

LA TRAJECTOGRAPHIE PAR GPS

Par D. MAIRECHE & T. BRAHMI
Institut National de Cartographie

ملخص: هذا المقال هو محاولة لتقديم ما توصل إليه المعهد الوطني للخرائط فيما يخص استعمال تقنية المسار الخطي

RESUME:

Du point de vue étymologique, trajectographie signifie dessin de la trajectoire, dans notre cas il s'agira de la détermination des coordonnées des centres de projection par GPS au moment de la prise de vue. Dans ce cadre l'INC a acquis un avion de prise de vues équipé de caméras Zeiss, couplées à un récepteur GPS monofréquence type Ashtech. L'équipement permet de minimiser les travaux de stéréopréparation qui sont souvent coûteux et parfois difficiles à réaliser en raison de la nature du terrain.

Avant de mettre en service un tel processus, un test a été réalisé en vue d'arrêter la marche à suivre et évaluer les possibilités de cette nouvelle technique.

Mots clés : trajectographie, G.P.S, aérotriangulation

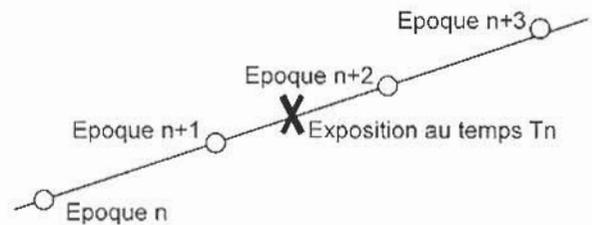
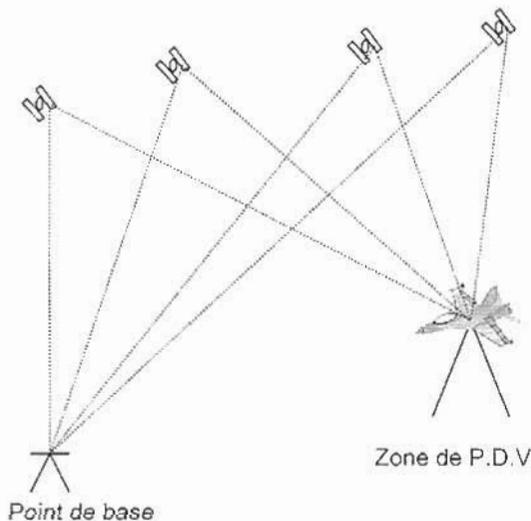
Abréviations utilisées :

G.P.S : Global Positioning System

P.D.V : prise de vues aériennes

V.L.B.I : Very Long Base Interfometry

Principe de la trajectographie :



Un point fixe est stationné par G.P.S et enregistre les données des satellites en même temps que le G.P.S embarqué dans l'avion de P.D.V.

Une époque est enregistrée à chaque seconde, sur les deux récepteurs, comme le G.P.S est synchronisé avec le déclenchement de l'obturateur de la caméra, il y a enregistrement du temps exact du déclenchement.

Pour la détermination du centre de projection, il y a interpolation du temps de déclenchement par rapport aux points de la trajectoire définis avec précision.

Le point fixe ne doit pas nécessairement être connu, car il sert uniquement de référentiel pour le GPS embarqué.

Une fois les centres de projections déterminés, ils sont intégrés avec les observations d'aérotriangulation avec lesquels on inclue les points de terrain qui serviront de support pour tout le bloc. Les centres de projections sont alors ramenés au système terrain et servent à déterminer les points complémentaires.

Matériel et logiciels utilisés :

- Avion de prise de vues Beeshcraft type B200,
- Camera Zeiss Focale 305 mm,
- 2 récepteurs GPS monofréquence Ashtech,
- 1 appareil de restitution Planicom C130 piloté par un mini ordinateur HP 1000 A600,



PARTNAIRE POUR L'AVENIR

ARCHIVAGE
Media Elec.
DVD
CD

DIGITALISATION
Document
Carte
Fiche

DOCUMENTATION
Classification
Stockage
BD

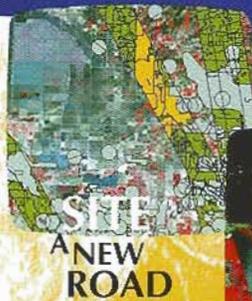
CONSULTATION
Etude

FORMATION

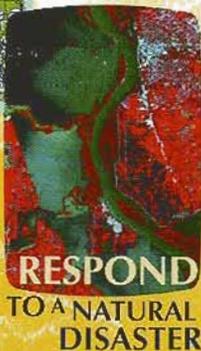
AC
Arkis

Fürstenrieder Str. 166
81377 München R.F.A.
Tel. 00 49 89 71039 447
Fax. 00 49 89 71039 449

HOW CAN GEOGRAPHIC IMAGING HELP YOU TODAY?



**SITE PLAN
A NEW ROAD**

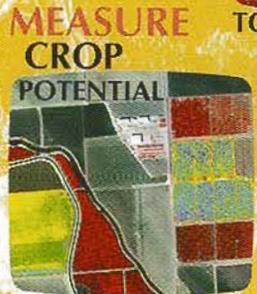


**RESPOND
TO A NATURAL
DISASTER**

**MANAGE
A FOREST**



**A CELLULAR
NETWORK**

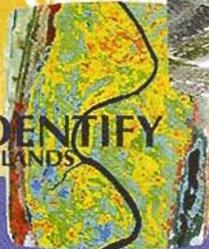


**MEASURE
CROP
POTENTIAL**

**INSERT YOUR MAP
IN A REPORT**



**IDENTIFY
WETLANDS**



**VISUALIZE
YOUR PROJECT
IN 3D**



**URBAN
GROWTH**

**OR SIMPLY
DISPLAY
AND
ENHANCE
AN IMAGE**



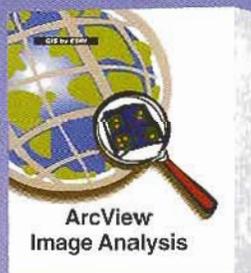
**ON YOUR
PC**

**ON YOUR
WORKSTATION**

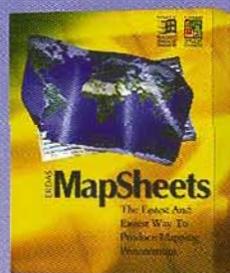
For whatever you want to do, turning geographic imagery into valuable information is critical to your project's success. Now, more than ever before, people throughout your organization can use a full range of Geographic Imaging products to extract and use valuable information, from any type of imagery.



ERDAS IMAGINE Product Suite
A full suite of products for image mapping and visualization, image processing and advanced remote sensing.



ArcView Image Analysis Extension
ERDAS brings easy-to-use Geographic Imaging to ArcView GIS users.



ERDAS MapSheets
Fast and easy map presentation tools for Microsoft Office 95/97.

Find out how Geographic Imaging will make the difference in your project.



for Algeria
ATC Datentechnik GmbH
81377 Munich R.F.A
Phone: +49 89-710394-48
Fax: +49 89-710394-49



Geosystems GmbH
Riesstrasse 10
82110 Germering
Phone: +49 89-8949430
Fax: +49 89-89434399

ERDAS International
(Europe)
Phone: +44 1223-881774
Fax: +44 1223-880160

ERDAS
geographic imaging made simple™
www.erdas.com

- Théodolites et distancemètres Leica,
- Logiciel SKIP version 1.2 de Inpho Stuttgart (Static and Kinematic Positioning with GPS)
- PATM-R / GPS de H. Klein & F. ACKERMAN version Mars 95 (logiciel de compensation intégrant les données GPS avec utilisation des estimateurs robustes pour la détection et l'élimination des grosses erreurs.

Choix de la zone de travail

Dans le principe de la trajectographie, il est généralement admis la limite de 500 km du point de base à la zone de prise de vues aériennes. A cet effet la zone test a été sélectionnée avec les limites extrêmes pour évaluer la difficulté et la précision du processus. Le point fondamental est situé dans l'enceinte de l'Institut National de Cartographie, il est rattaché au réseau Tyrgonnet (réseau regroupant les pays du bassin méditerranéen) et déterminé avec précision dans le cadre d'une campagne internationale qui a intégré des mesures VLBI pour la compensation. La zone de prise de vues de trouve à AinTemouchent (500 km à l'ouest d'Alger)

Dans ce cas précis la prise de vue a été effectuée dans le sens nord - sud pour mieux cadrer l'agglomération qui se présente orientée dans ce sens, les bandes de croisement sont orientées est - ouest.

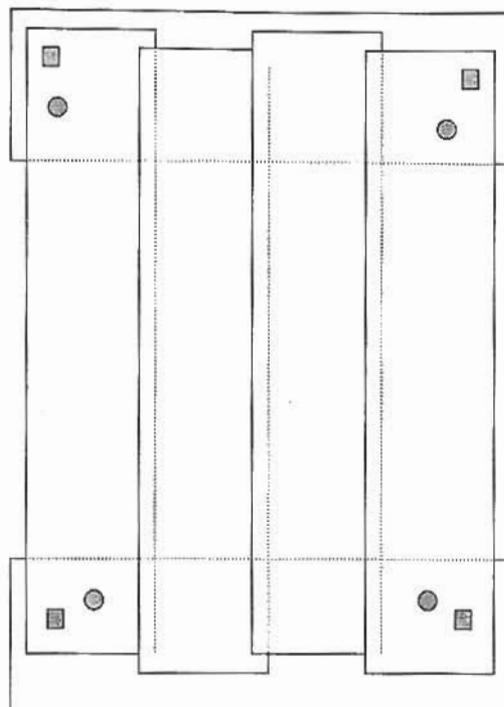
Une couverture systématique au 1/4000 a été réalisée avec des recouvrements de 60% dans le sens longitudinal et 20% dans le sens transversale, deux bandes de croisement ont été effectuées en plus de la prise de vues classique.

Les bandes de croisement servent à éliminer les travaux supplémentaires en stéréopréparation. Dans le cas où celle-ci ne sont pas réalisées on est obligé d'équiper les extrémités de bandes pour pouvoir appuyer les calculs.

Dans notre cas 4 points connus en X,Y et 4 points connus en Z bien situés au extrémités sont nécessaires et suffisants pour calculer et compenser le bloc. Il n'est pas exclus que les points déterminés en planimétrie et en altimétrie soient les mêmes.

SCHEMA SIMPLIFIE DU PROJET (6 Km x 4 Km)

- 4 Bandes longitudinales
- 2 Bandes transversales de croisement



■ Point d'appui X,Y

● Point d'appui Z

↑
NORD

Procédure de travail:

La zone test a été équipée avec un excédent de points par rapport aux équipements habituels d'une aérotriangulation normale (83 points ont été déterminés par procédé topographique classique), ceci pour permettre d'avoir suffisamment de points de contrôle bien répartis à travers tout le bloc d'environ 24 Km²

Les phases de calculs ont eu lieu comme suit :

1. Calcul de l'aérotriangulation des bandes longitudinales par procédé classique sans intégrer les données GPS,
2. Calcul en mode détection d'erreurs en utilisant les données GPS avec quatre points connus en X,Y,Z au extrémités du bloc (la méthode permet de localiser les points hors normes et afin de les

réobserver ou de les rejeter pour le calcul final); dans ce cas les bandes de croisement ont été intégrées aux observations et calculs,

- Calcul définitif sans détection d'erreurs en ayant pris soin de corriger les fautes d'observations ou de saisie. Quatre points connus en X,Y,Z aux extrémités du bloc ont été utilisés. (Intégration des bandes de croisement)

Les résultats suivants ont été obtenus :

Méthode de calcul (Nombre de points XYZ)	Précision obtenue (système terrain)	
	Planimétrie (m)	Altimétrie (m)
Classique (Tous les points)	0.236	0.242
Détection d'erreurs (4 Points)	0.118	0.138
Sans détection d'erreurs (4 Points)	0.180	0.202

On constate que la précision obtenue par la méthode de détection automatique des grosses erreurs est la meilleure, mais cela est dû au fait qu'il y a élimination de beaucoup de points pour arriver à valider le bloc suivant les normes fixées pour la compensation.

Il est d'ailleurs fortement recommandé de ne jamais utiliser les résultats issus d'un passage de calcul automatique, ce dernier est surtout utilisé pour faciliter la détection des points douteux avant correction et lancement du calcul en mode normal.

Conclusion :

Après validation du test, les travaux de prise de vues aériennes se font exclusivement réalisés par la méthode de trajectographie par GPS.

Dans le cas d'une zone de levé à l'intérieur d'un rayon de 500 km, on utilise le point fondamental de l'Institut National de Cartographie, quant au reste du territoire, le point de base est pris dans la zone de PDV, sans nécessairement être connu puisque la méthode le permet.

On constate depuis l'utilisation de cette technique, une économie considérable dans les délais d'exécution et les coûts de réalisation, tout en conservant les normes de précision exigées.

L'Institut compte acquérir la nouvelle version de SKIP pour laquelle, il n'est plus nécessaire de faire les bandes de croisement pour calculer le bloc avec la même configuration de points d'appui.

Evaluation des résultats :

Pour pouvoir faire une évaluation correcte, une douzaine de points correctement répartis à travers le bloc et connus en X,Y,Z ont été retenus comme points de contrôle. Ces derniers n'ont pas été intégrés dans les calculs que ce soit dans la méthode classique sans données GPS ou dans la méthode incluant les données GPS.

Après calcul, on obtient les écarts-types suivants :

Méthode de calcul (Nombre de points XYZ)	Précision obtenue (système terrain)	
	Planimétrie (m)	Altimétrie (m)
Classique (70 points)	0.246	0.252
Avec données GPS, sans détection d'erreurs (4 Points)	0.190	0.212

Le calcul de la précision sur les 12 points de contrôle a donné ce qui suit :

Méthode de calcul	Précision obtenue (système terrain)	
	Planimétrie (m)	Altimétrie (m)
Classique	0.266	0.273
Avec données GPS, sans détection d'erreurs	0.205	0.230

On peut juger que les résultats sont satisfaisants et dans les normes de production.