

Levé topographique par

télémétrie laser aéroportée

Joël Tignon
(Eurosense)

1. INTRODUCTION

La réalisation d'un levé topographique précis et fiable demande la mise en œuvre de moyens parfois considérables lorsque la surface à lever est importante ou difficile d'accès. Dans certaines conditions, les méthodes traditionnelles de levé topographique trouvent vite leurs limites, de par leur nécessité de parcourir le terrain pendant de longues périodes (levé GPS par exemple) ou de par leur nécessité de « matière première » tributaire des conditions atmosphériques et donc parfois difficile à acquérir (photographie aérienne et photogrammétrie).

La technique nouvelle de levé topographique par laser aéroporté, également appelée LaserScanning, permet d'atteindre de hautes précisions et une large densité de points, tout en ne nécessitant que peu de travaux terrain, et peut de plus être mise en œuvre par conditions météorologiques moyennes ou conditions d'éclairement faible.

Spécialiste de la télédétection, EUROSENSE s'est équipé d'un appareil de télémétrie laser, embarqué à bord de l'un de ses avions, et pratique depuis près d'un an déjà le LaserScanning, en France, en Belgique et aux Pays-Bas.

2. UNE COMBINAISON DE TROIS CAPTEURS POUR ATTEINDRE DE HAUTES PRÉCISIONS

Utilisé depuis plus d'un an par EUROSENSE aux Pays-Bas dans le cadre d'un ambitieux projet de mesures altimétriques du pays destinées à produire des modèles de simulation hydrauliques, ainsi qu'en France et en Belgique sur des applications très spécialisées (suivi de carrières, topographie côtière,...), la technique du LaserScanning combine un système GPS (Système de Positionnement par Satellites), un système de Navigation Inertielle et un Télémètre Laser performant. L'intégration de ces différents systèmes dans un avion permet de fournir des données altimétriques de grande précision, dans des temps très courts et avec une forte répétitivité.

La position en vol de l'avion peut être déterminé avec une précision de l'ordre du décimètre, par utilisation du GPS différentiel (l'utilisation de deux récepteurs GPS permet d'éliminer les erreurs de signal dues aux interactions atmosphériques et la connaissance précise de la position géographique de l'un des deux récepteurs permet de déterminer avec une précision décimétrique la position du second).

Le système de navigation inertielle mesure les accélérations et les changements d'attitude de l'avion. L'inté-

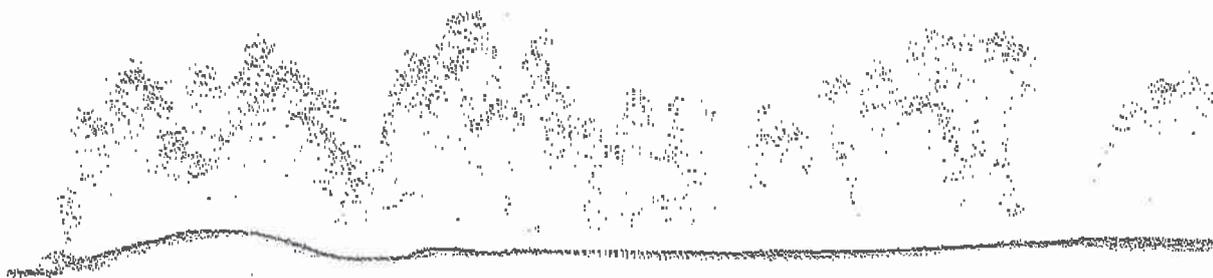
gration de ces informations permet d'obtenir une localisation très précise de l'avion ainsi que des instruments de mesure embarqués, et notamment du télémètre laser.

Le télémètre laser est combiné avec le système de navigation inertielle de manière à ce que son orientation soit connue. Il émet un rayonnement infrarouge, totalement invisible pour l'œil humain, avec une fréquence de balayage qui peut être modulée afin d'augmenter ou de diminuer le nombre de points de mesure. Ce rayonnement, réfléchi par la surface terrestre, est ensuite mesuré. La mesure de ce rayonnement réfléchi permet d'atteindre une précision centimétrique.

3. AVANTAGES DU SYSTÈME

La grande fréquence de balayage et d'acquisition de données du laser permet de pénétrer la végétation et donc d'obtenir une image exacte de la surface réelle du sol sous couvert végétal dense mais également et dans le même temps d'obtenir une image de la topographie du sursol (Modèle Numérique d'Élévation) grâce à la reconnaissance par le système de deux échos séparés pour la même impulsion laser envoyée.

L'image ci-dessous représente, en coupe, les points acquis par le système. On y distingue parfaitement le niveau du sol ainsi que la couverture végétale.



La reconnaissance de ces deux échos est également particulièrement utile pour la génération de modèles 3D urbains, les hauteurs de bâtiments étant également acquises de même que leur forme générale.

Les données acquises lors du vol sont traitées par des opérateurs afin d'éliminer, si nécessaire, les éléments géographiques non représentatifs de la surface exacte du sol tels que les immeubles, les arbres (couverture de forte densité),... Cette opération est effectuée par une « photo-interprétation » du modèle numérique obtenu par utilisation du télémètre laser et aboutit à la constitution d'un modèle numérique de terrain. En fonction du niveau de densité d'information nécessaire, les traitements sont plus ou moins complexes. Toutefois, certaines opérations peuvent être automatisées afin de réduire les temps de traitement. Rapide à mettre en œuvre, la technique du LaserScanning produit des données pouvant être facilement et rapidement intégrées dans des systèmes de cartographie et de modélisation 3D.

Enfin, ce système est peu sensible aux faibles perturbations climatiques et peut donc être employé par temps couvert. Seule une trop forte présence d'humidité nuit à son utilisation. Système actif (le rayonnement émis est réfléchi par la surface terrestre et est ensuite mesuré), il peut également être utilisé de nuit, s'affranchissant totalement de la lumière solaire. Toutefois, cela nécessite des pilotes expérimentés (vol à basse altitude et sans visibilité) et rend plus difficile les post-traitements.

4. DENSITÉ DE POINTS DE MESURE ET EMPRISE AU SOL

Le nombre de points mesurés dépend de la fréquence de balayage du télémètre laser. Celle-ci peut être modulée en fonction des besoins de l'utilisateur final, variant de 1 pour 1 ou 2 m² à 1 point par 16 m². Ces densités sont des moyennes, la densité de points acquis pouvant légèrement varier. L'emprise d'une bande de mesure est d'environ 350 mètres au sol lors d'un passage de l'avion.

5. TRAITEMENT DES DONNÉES.

Les données brutes acquises par le système ne donnent aucune information sur la nature exacte du point mesuré. Par contre, comme l'enregistrement d'un premier et/ou d'un deuxième écho est possible, on discrimine des points situés au niveau du sol d'autres surélevés.

Les post-traitements appliqués aux données brutes consistent en un filtrage des données afin d'éliminer les échos parasites (oiseaux, piquets,...). La liste des données considérées comme étant à éliminer est fixée en fonction des objectifs à atteindre : modèle brut, modèle d'élévation, modèle de terrain. Certaines applications ne nécessitent pas en effet le même niveau de filtrage. Certaines de ces opérations de filtrage peuvent être automatisées, d'autres nécessitent l'intervention des opérateurs.

Pour assister les opérateurs lors de cette opération parfois délicate (il est parfois difficile de distinguer la nature d'un point isolé ou d'un groupe de points), une bande vidéo, acquise durant le vol et également géoréférencée est utilisée. Cette bande vidéo permet d'élimi-

ner tout doute sur la nature probable d'un point ou d'un groupe de points aberrants.

Les coordonnées des points acquis par le système sont transformées en coordonnées locales (de type Lambert par exemple). Une fois géoréférencés dans ce système de coordonnées géographiques, les données du modèle numérique peuvent être introduites dans des Systèmes d'Information Géographique ou de modélisation 3D.

6. PRÉCISION DES SYSTÈMES DE MESURE

Le système de télémétrie par laser aéroporté présente une précision de mesure des points de l'ordre de 15 cm. Cette précision reste constante quelle que soit la hauteur de vol de l'avion. Elle est obtenue par une synthèse des précisions des différents systèmes qui entrent en jeu dans la mesure altimétrique (télémètre laser, centrale de navigation inertielle, système de positionnement GPS).

La précision du télémètre laser est de l'ordre du centimètre, celle du système de navigation inertielle également. Le facteur limitant est donc essentiellement aujourd'hui le système de positionnement par satellites GPS, utilisé en différentiel, qui n'apporte qu'une précision de l'ordre décimétrique.

Les méthodes de levés plus traditionnels, levé par restitution photogrammétrique ou levé par GPS, peuvent apporter des précisions différentes, parfois plus intéressantes, mais présentent d'autres contraintes qui peuvent dans certaines circonstances rendre leur utilisation difficile voire impossible.

Ainsi, la technique de levé par GPS, très précise (les GPS stationnés au sol permettent d'atteindre des précisions de l'ordre centimétrique), impose une présence continue de personnel sur le terrain. De plus, la densité de points mesurés est faible et la présence d'une végétation haute abondante est un frein à l'acquisition de données.

Les techniques photogrammétriques apportent plus ou moins de précision, en fonction de l'échelle de prise de vue. Elles nécessitent l'acquisition d'une prise de vue aérienne et sont donc soumises aux conditions atmosphériques. Pour cette technique également, la présence de végétation pose des problèmes pour la qualité de la mesure.

7. APPLICATIONS

Plusieurs types d'applications peuvent être envisagées :

– gestion et évaluation du milieu urbain, avec des modèles numériques de terrain ou d'élévation urbains de haute précision, dédiés aux opérateurs de la téléphonie mobile ou aux services techniques municipaux,

– gestion des milieux et des risques naturels, avec des modèles numériques d'élévation (« MNT enveloppe ») à maille moyenne,

– gestion des infrastructures (lignes électriques,...)

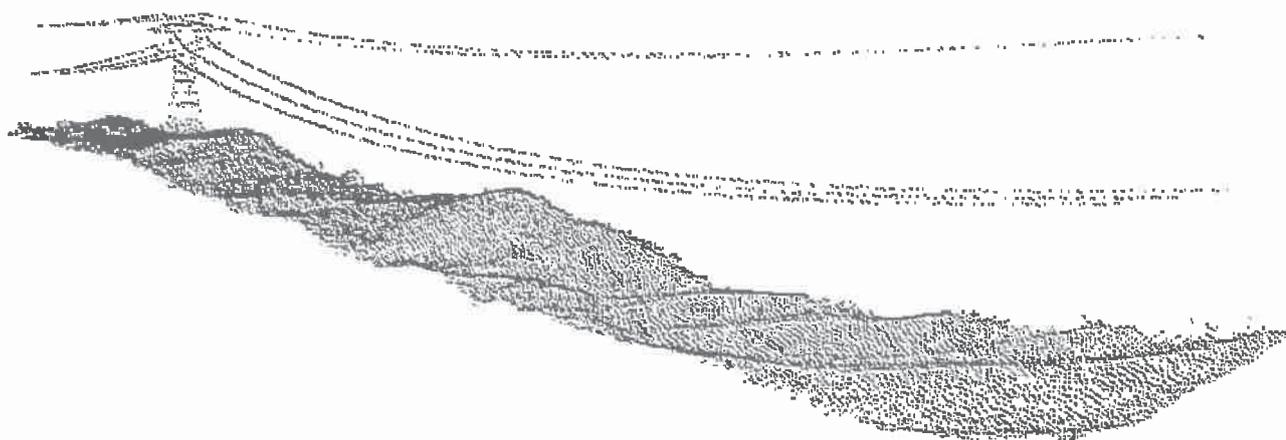
L'élaboration de modèles 3D urbains à l'aide du système de télémétrie laser est facilitée par la capacité du système à acquérir dans des temps très brefs de grande quantité d'informations altimétriques. La possibilité de

discrimination de deux échos séparés permet d'assurer une extraction précise des bâtiments.

La gestion des infrastructures telles que des lignes électriques consiste notamment en une vérification de la hauteur des arbres et arbustes par rapport aux câbles ou à une connaissance précise de la position des pylônes et des câbles. Ces aspects peuvent facilement être suivis par l'utilisation du télémètre laser, la fréquence d'émission de celui-ci pouvant être réglée pour obtenir un maximum de points matérialisant la ligne électrique, et la capacité du laser à franchir l'obstacle végétal permettant d'avoir lors du même passage une vision altimétrique générale « en coupe » de tous les éléments présents sur le site, du sol au câble.

L'image ci-dessous est une représentation 3D des points acquis par le système sur laquelle sont clairement identifiables les infrastructures électriques (pylônes, câbles) ainsi que le niveau du sol.

La gestion des milieux naturels et des risques liés à ces milieux est également une application importante pour laquelle la topographie par laser aéroporté peut être efficace. La cartographie altimétrique des zones inondables, le suivi des variations altimétriques de la surface du sol, ... nécessite souvent de grandes quantités d'informations parfois difficiles à acquérir. La topographie par laser aéroporté, permet de lever de larges surfaces très rapidement tout en ne nécessitant que des sorties terrain très ponctuelles.



**NOUVELLE VERSION
32 BITS**

Rollei
fototechnic
CDW

Logiciel de photogrammétrie multi-images 100% numérique, sous Windows 95/NT

Utilise des clichés :

- d'appareils numériques
- numérisés (scanner de bureau, scanner de négatifs)
- d'appareils métriques ou non

Calcul des orientations extérieures automatique, sans valeur de départ.

Compensation de faisceaux en bloc sur la version Plus : 750 inconnues simultanées

Restitution assistée par droites épipolaires : points et vecteurs 3D

Interfaces DXF et Microstation en standard

De multiples applications en lever terrestre ou aérien à petite échelle

3 versions à partir de **23.040 Frs H.T.**

MAURY INFORMATIQUE - 1, résidence Avel Mor - 56250 SAINT NOLFF

Tél/Fax : 02 97 45 42 65 - Email : mauryinfo@compuserve.com