

## Photogrammétrie

# Les nouveaux débouchés

*Quels sont donc les éléments récents dans le domaine de la photogrammétrie, de quelle manière ont-ils créé des opportunités nouvelles que le géomètre pourrait gagner à examiner de près? Y a-t-il une nouvelle donne technologique à explorer? Voici quelques éléments de réponse.*

MICHEL KASSER (HEIG-VD)

La photogrammétrie, avec laquelle le géomètre est très familier, est une technique de topométrie relativement ancienne (inventée par Laussedat, en France, au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle). Elle a d'abord été purement basée sur des clichés terrestres, puis elle a permis d'exploiter les premières images aériennes (celles de Nadar, en ballon au-dessus de Paris), et elle a suivi l'épopée de l'aviation pour fournir progressivement, au cours du XX<sup>e</sup> siècle, la majeure partie des cartes levées dans le monde.

Véritables tours de force technologiques, les appareils de restitution mécaniques étaient pratiquement inusables, et tellement onéreux que leur amortissement passait par des horaires postés, deux voire trois techniciens extrêmement pointus pouvaient se succéder en 24 h aux manettes d'un seul appareil. Puis, l'informatique a commencé à coloniser ces machines à la fin des années 1980, pour des appareils avec encore pas mal de mécanique (restituteurs analytiques, toujours très onéreux). L'image argentique a ensuite été numérisée avec des scanners encore très chers, puis directement obtenue sous forme numérique au début de notre siècle: ceci a permis aux logiciels

de prendre la place de ces anciennes mécaniques prodigieuses et, petit à petit, le poste de restitution est devenu un simple PC, plutôt dans les variantes les plus puissantes possibles, mais enfin quand même une machine bon marché. Les logiciels, à leur tour, sont eux aussi longtemps restés onéreux, mais les efforts de nombreux chercheurs ont permis l'apparition d'outils en Open Source, engendrant une réelle démocratisation de la photogrammétrie.

## Une série de verrous techniques sont levés

1. Depuis une décennie, les scanners laser terrestres se sont largement répandus. Ils ont ainsi créé un nouveau marché, celui des énormes «nuages de points». Auparavant, on décrivait un objet de façon «intelligente», par les coordonnées de ses coins, les équations de ses arêtes, des éléments de topologie, et ainsi avec moins de 1 Ko on décrivait une maison: la mémoire était chère, pas question de la gaspiller. Maintenant, grâce à un scanner laser, la même maison est décrite avec sans doute plus de détails, mais elle consomme

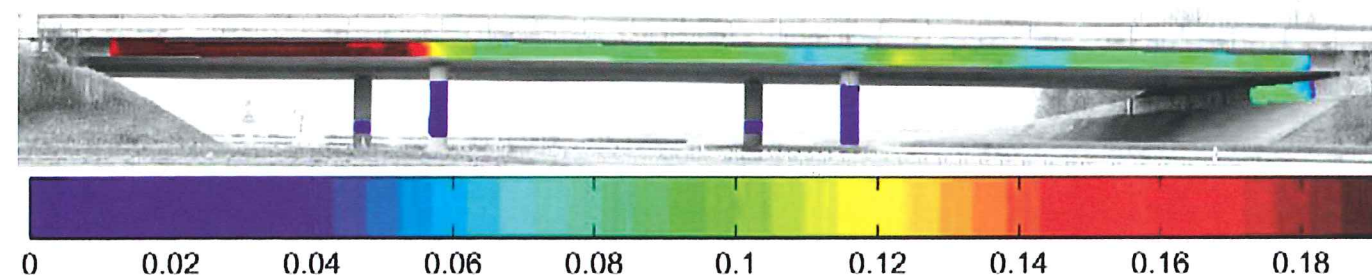
10 000 ou 100 000 fois plus d'octets, et ce n'est pas bien grave puisqu'on en a des dizaines de millions de fois plus à disposition. Ces nouvelles habitudes des clients nous viennent donc de cette abondance de mémoire à bon marché, et de la disponibilité des scanners laser. Mais ces énormes nuages de points, on s'aperçoit aujourd'hui qu'on peut aussi bien les obtenir par une méthode de photogrammétrie, la corrélation dense, entièrement automatique elle aussi. Et nous verrons plus loin qu'elle tient largement la comparaison avec les levés laser.

2. Depuis plusieurs décennies, en parallèle et indépendamment de la photogrammétrie, les techniques de vision par ordinateur (*computer vision*) se sont développées de manière impressionnante. Initialement, c'est la robotique qui en a été un élément moteur, avec l'objectif de permettre à un robot de se localiser dans son environnement: il fallait donc créer un modèle 3D à partir de caméras, et calculer ce modèle à toute vitesse. Ici, pas de recherche de précision, il fallait d'abord aller très vite à partir d'images vidéo obtenues en stéréoscopie. Puis, ce domaine a dû traiter de plus en plus d'images, allant de la recherche automatisée d'un individu dans le flux vidéo d'une caméra de surveillance, au déclenchement automatique d'une photo lorsque le personnage sourit, ou à la reconnaissance automatique de nos gestes quand nous sommes devant une console de jeu, etc.

Un élément très particulier de ces recherches a abouti depuis quelques années: l'identification automatique de points dits «d'intérêt»... Dans une série d'images, l'algorithme permet d'identifier avec une excellente fiabilité des



Appareil PG2 construit par la société Kern. Il a été mis en service en 1960 jusqu'en 1985. Plus de 700 appareils auraient été fabriqués.



Mouvements verticaux de déformation d'un pont autoroutier près d'Yverdon-les-Bains, exprimés en pixels (travail de master MIT de Julien Comte, HES-SO Lausanne, 2014).

points homologues (le même point vu sur des images différentes). C'est par exemple avec ces points que l'on peut créer de façon automatique un large panorama avec de nombreuses images successives, en les «clouant» les unes aux autres. Mais ce sont eux aussi qui sont indispensables en photogrammétrie, permettant de relier géométriquement les images les unes aux autres: autrefois, ces points étaient extraits à la main, un par un, et de ce fait on en limitait le nombre à moins d'une dizaine par couple d'images, avec toute une expertise nécessaire pour qu'on puisse aisément identifier un point faux. L'extraction automatique a complètement changé la donne, on peut sans difficulté obtenir plusieurs centaines de points par couple:

les points faux, assez rares, deviennent statistiquement très faciles à identifier et à rejeter, et l'ensemble des points donne déjà un premier ensemble 3D discretisé qui rend divers services, comme une description grossière des objets imagés. Ces nouveaux algorithmes d'extraction de points d'intérêt sont donc vitaux en photogrammétrie moderne, mais il a fallu plus de vingt années de recherche pour en arriver là.

3. La photogrammétrie consiste d'abord à remettre les images acquises dans l'exacte position qu'elles avaient lors de leur acquisition, permettant de former un modèle 3D recopiant exactement les objets imagés, puis à faire toutes les mesures souhaitées dans ce modèle. Ainsi donc, une fois les images stéréoscopiques

orientées et localisées, autrefois un opérateur devait observer ces images en relief et effectuer toutes mesures utiles avec son appareil de restitution, en utilisant la faculté stéréoscopique de ses yeux. Cette mise en correspondance locale des deux images d'une paire stéréo a été, là encore après bien des années de recherche, utilement relayée par des algorithmes de corrélation d'images, qui font sensiblement le même travail que les yeux, mais de façon bien plus fiable, et surtout entièrement automatique.

Nous avons donc depuis peu la faculté, une fois des images acquises, de faire sans aucune intervention humaine la recherche de points de liaison, l'aérotriangulation liant tous ces points, et la corrélation des images qui va fournir un >>>

► nuage de points dense couvrant tous les objets imagés... Un peu comme un scanner laser, à ceci près que l'acquisition se fait avec un outil technique très peu coûteux (l'appareil photo), qu'il n'y a pas de limitation de portée, que l'on peut aussi traiter des objets pris à courte distance et donc obtenir une précision extrêmement élevée si besoin est, et que l'acquisition peut être instantanée pour le cas d'objets mobiles ou en train de se déformer. En contrepartie, la puissance de calcul nécessaire est considérable (et ce n'est que depuis peu que ce point ne pose plus de gros problèmes), et il faut contrôler l'éclairage durant l'acquisition. Mais finalement cette photogrammétrie entièrement automatique, permise depuis peu grâce aux algorithmes développés et à la puissance des ordinateurs, est susceptible de concurrencer directement pas mal d'applications obtenues actuellement avec des scanners laser. Y a-t-il des domaines, dans cette comparaison, où le laser restera irremplaçable? Qu'on se rassure, il n'y a aucun doute là-dessus! Le laser est par exemple la seule technologie qui sache fournir plusieurs

modèles de surfaces les uns derrière les autres, pourvu que ceux de devant présentent des trous; c'est par exemple le cas du terrain vu depuis le ciel sous un couvert forestier: les MNT obtenus par laser aéroporté dans les zones boisées sont les premiers jamais obtenus qui présentent une bonne précision. Et c'est aussi la seule technique qui soit efficace dans tous les cas sur des objets linéaires et uniformes, comme des lignes électriques aériennes. 4. Cette automatisation permise par la corrélation a été aussi mise à profit dans un domaine moins classique, celui de la comparaison entre deux images prises depuis un même endroit, dans des conditions identiques, sauf que l'objet imagé s'est déformé entre les deux opérations. On peut alors effectuer une corrélation dite diachronique, et extraire de façon automatique les déformations de l'objet. Mais ce qui est encore peu exploité, c'est l'extraordinaire précision de ce procédé qui, dans beaucoup de cas, est de l'ordre du centième de pixel. Prenons un pont de 100m de long, avec un appareil photo donnant une image de 5000 pixels de large (soit 2 cm de tablier par pixel): si

nous recherchons les déformations entre deux images successives, nous atteignons une précision de 0,2 mm sur les déformations, ceci avec un simple appareil photo de moins de 1000€. On peut donc s'attendre à une croissance rapide de cette façon de mesurer, rendue possible depuis peu. En conclusion, il y a fort à parier que les outils photogrammétriques automatisés vont connaître une nouvelle importance. Non seulement toute une série de verrous techniques fondamentaux viennent juste d'être levés (puissance de calcul, algorithmes), mais des capteurs hybrides apparaissent actuellement sur le marché, avec des tachéomètres très précis qui incluent une caméra: on peut donc aisément concevoir un mariage très serré entre les méthodes topométriques classiques et la photogrammétrie automatique moderne. C'est aux géomètres qu'il appartiendra de trouver les nouvelles optimisations qui en résultent, mais il est fort probable qu'elles seront nombreuses: ces nouveaux débouchés de la photogrammétrie méritent en tous cas beaucoup d'attention! ■



## InoVia des innovations qui roulent!

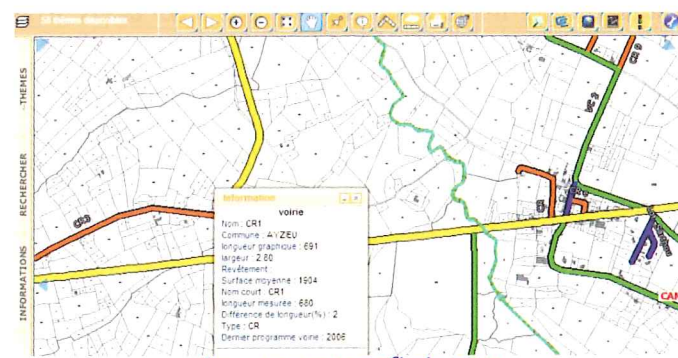


SOGEFI propose une méthode innovante pour le **diagnostic et la réorganisation de la voirie communale**



**SOGEFI associe les dernières innovations technologiques pour proposer aux géomètres-experts :**

- Un relevé vidéo par capteur d'images, avec à un récepteur GNSS 2 pour enregistrer une **vidéo géolocalisée de la voirie**
- L'exploitation des images pour la réalisation du **diagnostic** et la création de la **base de données voirie**
- Des outils pour la **programmation** et l'**historique** des travaux de voirie, via la plateforme cartographique et collaborative, InoVia.



site : [www.sogefi-sig.com](http://www.sogefi-sig.com),  
contact : [toulouse@sogefi-sig.com](mailto:toulouse@sogefi-sig.com)

Je désire m'abonner au mensuel **Géomètre** pour un an (11 numéros).

Vous pouvez aussi vous abonner sur [www.publi-topex.com](http://www.publi-topex.com)

Nom .....  
 Profession .....  
 Adresse .....  
 .....  
 Ville .....  
 Code postal .....  
 Pays .....  
 Tél. ....  
 Mail .....  
 Mode de règlement .....

Une facture vous sera systématiquement adressée.

Signature

Les règlements et les demandes d'abonnement par correspondance doivent être adressés à Publi-Topex 40 avenue Hoche - 75008 Paris accompagnés d'un chèque bancaire ou d'un mandat international en euros. Paiement par carte de crédit internationale (Visa, Eurocard) : n° ..... n° d'identification (3 derniers chiffres au dos) ..... et date d'expiration .....

ATTENTION : NOUVEAUX TARIFS EN 2014

# BULLETTIN D'ABONNEMENT



TARIFS 2014

- FRANCE ET TOM NON AVION ..... 115,00 euros
- DOM NON AVION ..... 118,00 euros
- ÉTRANGER ET UE avec TVA intracommunautaire .... 176,00 euros
- ÉTRANGER AVION (y compris Tom) ..... 232,00 euros
- DOM AVION ..... 236,00 euros
- TARIF RÉDUIT FRANCE (1) ..... 57,50 euros

(1) Pour géomètres-experts retraités, étudiants d'écoles de géomètres, stagiaires, salariés et salariés retraités de cabinets de géomètres-experts, sur communication d'une pièce justificative. France uniquement.