

## CINÉMATIQUE EN TEMPS RÉEL : APPLICATIONS D'ÉTUDES PRATIQUES DE TECHNOLOGIE AVANCÉE GPS

Par Ms Cheryl Quirion  
(Trimble Navigation)

### QU'EST-CE QU'UNE ÉTUDE CINÉMATIQUE EN TEMPS RÉEL ?

Les principes d'une étude RTK sont très simples. A l'aide d'une technique d'étude cinématique GPS, le système indique une position précise au centimètre près. Passons en revue les différentes techniques GPS.

Toutes les études GPS nécessitent deux récepteurs. Un récepteur de base est installé sur un point connu. L'autre récepteur est placé sur un point à déterminer. Les récepteurs GPS peuvent mesurer soit une seule fréquence GPS (L1) soit deux fréquences GPS (L1 et L2). Les mesures sur une seule fréquence sont utilisées pour des études localisées dont la longueur des lignes de base n'excède pas vingt kilomètres. Cela ne signifie pas que la zone de projet soit limitée à ces vingt kilomètres ; cela signifie simplement qu'aucune ligne de base ne doit dépasser cette distance.

Une polygonation GPS peut être utilisée pour étendre les limites du projet avec des mesures sur une seule fréquence.

Certaines techniques d'études GPS, telle que FastStatic, nécessitent des mesures sur deux fréquences.

Cependant, la plupart du temps, les mesures GPS sur deux fréquences sont utilisées pour améliorer la qualité des résultats des lignes de base, pour réduire le temps d'observation ou pour étendre l'ampleur des observations.

Lors des techniques d'études statiques, les données sont enregistrées simultanément aux points d'études durant vingt minutes à une heure, selon la longueur de la ligne de base et la position des satellites. Les données sont alors post-traitées pour obtenir les coordonnées des positions. Les études statiques utilisent une ou deux fréquences. Cette technique est principalement utilisée pour des études de contrôle. Les mesures GPS des études FastStatic nécessitent deux fréquences, ce qui permet de réduire le temps passé sur le terrain d'une heure (étude statique) à cinq/vingt minutes. Ces courts temps d'observation ne concernent que des études locales (jusqu'à vingt kilomètres).

Les études cinématiques utilisent également deux récepteurs (ou plus). Un récepteur est installé à la station de base, occupant un point de contrôle. L'autre récepteur, mobile, relève des points pendant de courtes périodes définies en secondes ou minutes selon la précision nécessaire.



La technique d'étude cinématique implique trois impératifs :

- une procédure d'initialisation est nécessaire le récepteur de base et le récepteur mobile doivent tout le temps rester verrouillés sur les quatre mêmes satellites,

- si le verrouillage des quatre satellites n'est pas maintenu une réinitialisation est nécessaire.

Les études cinématiques sont principalement utilisées en topographie et en contrôle. Cette technique demande une préparation spéciale en raison de ses impératifs. Elle est très sensible aux

obstructions des points relevés et du trajet entre les points.

En général, la plus grande cause d'échec en étude cinématique, est l'inaptitude à connaître l'état du récepteur de base. Une étude cinématique nécessite la poursuite continue de 4 satellites. Si, pour une raison quelconque, le récepteur de base subit un ou plusieurs sauts de cycle, réduisant les satellites poursuivis à un nombre inférieur à quatre, les données ne sont plus exploitables et la personne utilisant le récepteur mobile n'est pas informée du problème.

Normalement, le problème n'est décelé qu'au moment de l'échec du post-traitement. Les études RTK connaissent les mêmes exigences que les études cinématiques, c'est-à-dire, initialisation et poursuite de quatre satellites communs. Elles nécessitent au moins deux récepteurs : un récepteur de base et un mobile. De plus, des données sont communiquées par radio du récepteur de base au récepteur mobile. Ainsi, tous les récepteurs mobiles peuvent utiliser la même station de base.

Le récepteur mobile traite les données en temps réel pour déterminer sa position par rapport au récepteur de base. Comme le récepteur mobile traite les données en temps réel, il détecte lorsque moins de 4 satellites sont poursuivis. Par conséquent, si la station de base connaît un saut de cycle catastrophique, on sait immédiatement que l'initialisation est perdue et qu'il faut procéder à une réinitialisation. La communication radio entre la station de base et le récepteur mobile fournit également des renseignements sur la batterie et la mémoire de la station de base. En résumé, le système RTK présente trois avantages :

- pas de post-traitement,
- l'assurance que tous les points relevés sont collectés et corrects,
- la possibilité d'aller précisément à un point dont les coordonnées sont spécifiées.



utilisées de concert pour optimiser la productivité. L'étalonnage sur le terrain peut être utilisé pour aider à trouver les contrôles existants d'une zone de projet. Lorsque le projet est étalonné sur le terrain à l'aide de deux points de contrôle, les coordonnées de contrôle restantes peuvent être introduites dans le terminal de collecte de données. Le système RTK peut alors être utilisé en mode jalonnement, permettant ainsi au géomètre de se rendre aux points de contrôle restants. Les points de contrôle locaux sont ensuite collectés en utilisant les observations RTK. Cette étude peut alors être téléchargée dans le logiciel TRIMMAP et un étalonnage rigoureux peut être réalisé au bureau.

### COMMENT INITIALISER UNE ÉTUDE CINÉMATIQUE EN TEMPS RÉEL ?

Le système Site Surveyor propose deux méthodes pour initialiser une étude RTK : une ligne de base fixe ou étalon RTK. Contrairement aux études cinématiques normales, le système Site Surveyor ne gère pas la permutation des antennes. Bien que ce soit une façon intelligente d'initialiser une étude cinématique, elle est quelque peu contraignante, sur le terrain, pour une opération menée par une seule personne. A sa place, un moyen d'initialisation plus simple s'impose : l'étalon RTK. La technique d'initialisation par ligne de base fixée utilise une ligne de base précédemment observée par GPS pour commencer l'étude. C'est une technique très utile pour réinitialiser une étude en cas de perte de verrouillage des marques d'étude. Le géomètre peut simplement revenir au dernier point, ou à tout autre point déjà relevé, pour initialiser l'étude. Cependant, ce n'est pas une méthode très pratique pour commencer une étude lorsque l'on arrive dans un nouveau site, elle implique qu'une étude statique, pseudostatique ou autre post-traitement GPS soit déjà réalisé avant le démarrage de l'étude. L'étalon RTK fournit un moyen extrêmement simple de commencer une étude RTK sur un nouveau site. Il n'est pas nécessaire d'établir des contrôles GPS afin d'établir des lignes de base permettant d'initialiser. L'étalon RTK est un plateau de longueur fixe permettant d'initialiser une étude. La station de base est munie d'un étalon RTK placé sur un trépied sous l'antenne GPS. A l'aide d'un adaptateur, l'antenne GPS du récepteur mobile est connectée à l'autre extrémité du plateau pendant l'initialisation. Comme l'antenne de station de base et située sur une position connue (ou présumée connue) la position relative de l'antenne du récepteur mobile peut être calculée selon la distance entre les antennes et leur orientation. Avec un étalon RTK, la distance et l'orientation du plateau de l'étalon RTK peuvent être saisies mais il n'est pas nécessaire de modifier la valeur de distance par défaut. Cependant, l'orientation peut changer ; elle doit être saisie et vérifiée. En fait, cette procédure est une autre initialisation de ligne de base fixée, une ligne de base portable qui peut être dérivée autant que nécessaire.

### DEUX PROJETS ÉVALUÉS

Le GPS tient depuis longtemps un rôle dans les études géologiques en raison de sa précision supérieure et de sa facilité d'utilisation.

Cependant, son impact est limité pour les études traditionnelles, les constructions et les travaux de cadastre car il ne peut pas donner de réponses immédiates, sur le terrain.

Le système Site Surveyor présente maintenant un système GPS permettant des réponses précises avec mise à jour immédiate. Depuis l'introduction de ce système, plusieurs tests de terrain ont été entrepris pour déterminer l'impact des systèmes RTK sur les études traditionnelles comme le jalonnement. Pour évaluer la technologie RTK et son impact potentiel sur les études de jalonnement, un système a été prêté à TransPacific de Temecula, Californie, pendant une période d'essai d'un mois. L'objectif était d'obtenir une comparaison directe entre du jalonnement effectué par des "total stations" et le RTK. Le RTK permet-il d'optimiser le temps de travail sur le terrain en réduisant le temps d'installation et de trajet entre les stations de contrôle conventionnelles sans sacrifier la précision nécessaire pour ce travail ? Deux cas étudiés répondent à cette question :

### EVALUATION DISTRICT 161 SITE DE LEON ROAD À BELLA VISTA TANK

Ce projet concerne le tracé d'une route d'approximativement trois miles jusqu'à un réservoir d'eau de 6,8 millions de gallons. Le contrat de TransPacific prévoit le jalonnement d'un conduit d'eau de trente pouces enrobé dans le béton à la demande du contracteur, en tenant compte de la topographie et des obstacles existants. De plus, TransPacific a obtenu des contrats pour diverses études lors de la réalisation du projet.

L'équipe de terrain était composée de deux personnes : une personne pour le récepteur mobile et l'autre pour transporter le matériel.

L'objectif était de jalonner diverses stations décalées de douze pouces du conduit pour les stations manquantes. Des stations étaient manquantes en raison de la destruction d'équipements lourds sur des points d'études précédents. Pour ce projet, un contrôle conventionnel avait déjà été établi.

Par conséquent, l'équipe de terrain a commencé son étude RTK en utilisant un étalonnage de plan sur le terrain pour lui permettre de travailler en coordonnées locales.

L'équipe de terrain a également utilisé d'autres points de contrôles existants pour des vérifications horizontales et verticales. Au commencement de chaque opération de terrain, la station de base (récepteur GPS, antenne, et radio) était réglée sur un point de contrôle. L'étalon RTK a été utilisé pour initialiser l'étude.

L'étalonnage terminé, le décalage calculé de diverses stations le long de la ligne principale a été saisi manuellement dans le terminal de collecte de données du contrôleur d'étude TDC1. Après l'étalonnage d'un projet, les coordonnées peuvent être également incorporées avec le logiciel TRIMMAP. Pour ce travail, un étalonnage au bureau a été effectué après l'étalonnage initial sur le terrain. Les coordonnées obtenues ont été chargées directement de TRIMMAP dans le terminal de collecte de données TDC1.



Le système "Site Surveyor" tient compte des élévations locales durant le processus d'étalonnage. Il modèle le géoïde comme un plan incliné. Pour des projets de petite surface (dix kilomètres carrés), il s'avère que ce modèle fonctionne extrêmement bien. Des contrôles verticaux furent réalisés pour vérifier la répétabilité des élévations étalonnées en comparaison avec le contrôle local. Les écarts entre les élévations observées et le contrôle local n'ont jamais dépassé deux centimètres et furent pour la plupart inférieurs à deux centimètres.

Les TransPacific Consultants mettent l'accent sur l'utilisation du système RTK pour les relevés de construction. La précision typique exigée pour un projet d'habitations aux Etats Unis est de 1/10000.

Cette valeur peut varier en fonction d'exigences particulières.

Cependant, TransPacific Consultants recommande une précision supérieure. Par exemple, 1/50000 représente un chiffre rond bien sympathique pour obtenir une précision verticale par méthodes trigonométriques avec un instrument moyen de deuxième ordre, pour une polygonalement fermée, utilisant dix stations de contrôle éloignées de 1 500 pieds. Mais l'établissement du contrôle en utilisant des instruments conventionnels prendrait bien trop de temps dans un environnement de production. L'équipe se déplace sur le terrain pour établir l'alignement de la route en utilisant une station complète avec terminal de collecte de données disposant des fonctions "Coordinate Geometry" (COGO).

Sur n'importe quel site de construction, il existe des obstacles avec lesquels il faut composer. Vous êtes en train de jalonner votre route qui tourne autour d'une colline et maintenant vous avez perdu la visée directe. Le temps de renoncer au relevé, d'emballer l'instrument, de vous déplacer vers un point de contrôle en visée directe, de régler l'instrument, d'orienter vers la position, de faire au moins trois contrôles horizontaux et verticaux, vous avez perdu environ 1,5 heures. Ainsi après une journée de huit heures sur le terrain, vous disposez de deux relevés pour 1 500 pieds d'alignement. Faisons maintenant une comparaison avec le RTK en utilisant des points de contrôle établis avec les techniques GPS statique et pseudostatique.

#### Comparaison du système Site Surveyor aux "total stations"

Les techniques d'étude GPS statique et cinématique se sont déjà révélées comme étant des méthodes économes en temps. Elles réclament toutes deux une bonne reconnaissance et une bonne planification comme n'importe quelle étude. Disons que vous établissez

un réseau de contrôle avec des points de contrôle horizontal et vertical de chaque quadrilatère de la zone de projet ; huit points de contrôle au total. En utilisant les méthodes GPS, "vous pouvez relier huit points en trois ou quatre heures" dit Mr Tim Smith, Directeur GPS TransPacific Consultants. Mieux encore, deux heures, selon le trajet et les obstructions en utilisant des méthodes GPS cinématiques".

Après avoir collecté, traité et ajusté les lignes de base GPS, vous obtenez un réseau aux contraintes minimales, avec une précision de 1:500.000 ; un accroissement spectaculaire de précision en moins de temps qu'il n'en faut pour établir un contrôle conventionnel.

Les études RTK pourraient être également utilisées pour établir le contrôle initial, réduisant le temps pour établir les points de contrôle et, plus encore, supprimer le post-traitement des lignes de base GPS. Avec une méthode d'étude RTK, il est juste nécessaire d'adapter les points de contrôle au réseau avant de les utiliser pour d'autres travaux comme le jalonnement ou la topographie.

Après avoir établi le contrôle, la méthode RTK est utilisée pour jalonner les coordonnées. En comparant les systèmes Site Surveyor aux "total stations", Mr Tim Smith a conclu que la comparaison du temps nécessaire pour l'initialisation et les contacts radio est sensiblement la même que pour établir une visée de référence et régler le matériel. Mais quelle est la rapidité de la méthode RTK par rapport à une étude à station totale ? Selon Mr Tim Smith, la méthode RTK est plus rapide que le jalonnement radial. Un seul réglage est nécessaire, le jalonnement RTK est rapide.

Les expériences de TransPacific en matière de système Site Surveyor se sont avérées intéressantes et productives. Mr Tim Smith résume son expérience en disant "Le système RTK promet un potentiel incalculable dans certaines opérations de terrain. La possibilité de tester le système a été une expérience, le moins que je puisse dire, très intéressante. Je suis très enthousiaste pour cet outil. Avec les améliorations à venir, ce système est en passe de devenir un élément nécessaire aux études dans les règles de l'art".

*Ms Cheryl Quirion est diplômée de l'Université du Maine, aux Etats Unis.*

*Elle travaille pour Trimble Navigation Limited et est spécialisée en technique d'études cinématiques.*

(Article paru dans la revue GIM en octobre et novembre 1993, publié par GITC bv, Box 112, 8530 AC Lemmer, the Netherlands. Reproduit avec leur aimable autorisation. Photos "Trimble Navigation").