

Naviguer dans le monde sans fil

Un aperçu de l'influence exercée par la technologie sans fil sur les topographes

■ Nathan PUGH - Carl THOMPSON - Daniel WALLACE

Sans fil ? Libre de tout câble ? Cellulaire ? Wi-fi ? Bluetooth ? De quoi s'agit-il exactement ? Quel en est l'effet sur les topographes ? Et comment ceux-ci peuvent-ils se préparer au monde sans fil ? Accompagnez-nous quelques instants dans un monde libre de tout câble et forgez-vous votre propre opinion. Gageons que vous ne souhaiterez pas en revenir ensuite aux câbles et autres équipements encombrants.

Aujourd'hui, les câbles de liaison aux équipements topographiques (ou autres) sont en passe de devenir les témoins d'une époque révolue. Comme toute avancée technologique, les liaisons sans fil sont sources de nombreux avantages pour les topographes dont une plus grande simplicité, un surcroît d'efficacité et une productivité accrue sur le chantier. Dorénavant, un géomètre peut emporter un équipement GPS sur le terrain sans pratiquement s'encombrer du moindre câble pour connecter le récepteur à l'enregistreur de données. Les mobiles GPS peuvent recevoir des données émises sur de longues distances par une station de référence GPS en utilisant un téléphone portable, sans faire intervenir aucun câble. Et les technologies d'infrastructure de pointe permettent désormais aux géomètres d'allonger cette distance tout en réduisant significativement l'influence de leur pire ennemi lorsqu'ils travaillent en RTK : l'erreur en ppm (parties par million). C'est un nouveau monde sans fil qui s'ouvre aux géomètres, riche de promesses pour eux.

Comment en est-on arrivé là ?

Des tambours et des signaux de fumée jusqu'à Internet et aux réseaux de communication sans fil actuels en passant par le télégraphe et le téléphone, les hommes ont inlassablement développé les moyens de communiquer entre eux sur de longues distances. Aujourd'hui, un nombre croissant de technologies de communication sans fil combine les avantages de la mobilité à ceux des réseaux filaires. La radio, le talkie-walkie, la téléphonie mobile, les services de type PCS (Personal Communication Services) et la technologie sans fil Bluetooth, de plus en plus utilisée, sont autant d'étapes sur la voie d'une communication plus efficace, affranchie des limites inhérentes aux liaisons filaires.

La communication sans fil utilise différentes fréquences radio :

- les radios émettant en modulation d'amplitude (MA) utilisent la bande hectométrique (530-1 700 kHz) ;
- les radios émettant en modulation de fréquence (MF) utilisent la bande métrique à très haute fréquence (VHF : 88-108 MHz) ;
- la plupart des radios utilisés en topographie émettent en ultra haute fréquence (UHF) dans la plage de 400 à 800 MHz ;
- les radios à spectre étalé utilisent trois bandes : celle de 902-928 MHz, celle de 2,4 GHz (bande ISM (Industrial, Scientific and Medical Devices) mondialement disponible) et celle de 5,7 GHz ;
- les téléphones portables utilisent la plage autour de 800 MHz et les PCS celle autour de 1900 MHz dans la bande UHF.



Les différentes bandes de fréquences présentent des avantages et des limitations qui se contrebalancent mutuellement. En effet, les fréquences les plus basses offrent aujourd'hui une portée supérieure aux fréquences élevées pour une communication de données efficace, mais elles sont plus sensibles aux interférences en raison de la densité plus forte des utilisateurs. En revanche, les largeurs de bandes sont supérieures aux fréquences élevées, d'où une transmission plus rapide des données, mais elles ne peuvent être utilisées que sur des portées plus courtes.

Le GPS est sans fil

Envisagé comme un service de radionavigation basé sur des satellites émetteurs, le GPS a d'emblée bénéficié du soutien appuyé des géomètres. Les premiers satellites GPS ont été lancés en 1978 et la constellation actuelle en comprend 28. Chaque satellite émet deux signaux radio, baptisés L1 et L2, parcourant près de 20 200 kilomètres dans l'espace avant d'atteindre notre planète. Ces signaux intègrent des codes pseudo-aléatoires permettant aux récepteurs GPS de poursuivre simultanément des signaux différents et de délivrer, après calcul, des informations de position précises en tout point du globe et à tout moment.

Les signaux GPS actuels sont émis à des fréquences de 1 575,42 MHz (L1) et de 1 227,6 MHz (L2). Le programme de modernisation du GPS élaboré par le ministère de la défense des Etats-Unis (DOD) prévoit l'introduction de deux nouveaux signaux civils (et de deux nouvelles fréquences) dans un avenir proche. Le signal L2C, dont la mise en service devrait s'effectuer durant les douze prochains mois, sera radiodiffusé à un niveau d'intensité supérieur à celui de L2; le nouveau signal L5, émis à la fréquence de 1 176,45 MHz, devrait être disponible en 2006 et délivrer une intensité d'un niveau supérieur à celle des autres signaux.

Le GPS constitue peut-être la technologie sans fil suprême pour les topographes, leur fournissant une précision et des possibilités d'application inimaginables il y a vingt ans encore. En fait, de nombreuses technologies sans fil "terrestres" sont utilisées en conjonction avec le GPS à base spatiale pour proposer des solutions topographiques allant du lever exécutable par une personne seule aux réseaux de stations de référence GPS de grande ampleur.

Des radios syntonisées

A ses débuts, au tournant du XX^e siècle, la radio était envisagée comme un télégraphe sans fil, assurant des liaisons de point à point impossibles à établir par des lignes usuelles. Son véritable essor est venu de sa capacité à diffuser simultanément des messages dans de multiples directions, d'abord en code télégraphique puis en mode audio.

Aujourd'hui, les topographes utilisent couramment des radios UHF et à spectre étalé pour des communications sans fil. Les radios UHF avec des fréquences allouées dans la bande de 400 à 800 MHz offrent une plus grande puissance et une portée supérieure aux radios à spectre étalé. Dans la plupart des pays, Etats-Unis inclus, les utilisateurs de radios UHF doivent obtenir une licence pour la fréquence qu'ils utilisent dans leur zone de travail.

Wi-fi

Les cafés et les salons des aéroports sont devenus de nouveaux bureaux. Grâce aux "Hotspots Wi-fi", Internet a délaissé nos bureaux ou nos domiciles pour des lieux plus inattendus comme la plage ou pourquoi pas, les camps de base de l'Everest ! Les analystes estiment que le nombre de "Hotspots" publics en Europe devrait dépasser 70 000 en 2008. Certains géomètres recourent déjà au GPRS, permettant l'accès à la messagerie électronique et à Internet par téléphone, tout en restant connecté en permanence sur le terrain. Dans un avenir désormais proche, l'UMTS (services de troisième génération ou 3G) verra l'avènement de nouvelles technologies de communication proposées par des opérateurs GSM à très haut débit.

Les radios à spectre étalé émettent sur trois bandes de fréquences : 902-928 MHz - 2,4 GHz et 5,7 GHz. Aucune licence n'est requise pour les radios à spectre étalé utilisant ces bandes de fréquences. Elles présentent aussi une consommation électrique plus faible et proposent des vitesses de transmission plus élevées que les radios UHF, leur portée étant toutefois moindre. Au lieu d'utiliser un canal fixe, les signaux à spectre étalé "sautent" au sein d'une gamme de fréquence étendue. Les radios émettrice et réceptrice synchronisent parfaitement leurs sauts de fréquences, générant des communications fiables au sein d'une gamme de fréquences étendue.

Et le portable arriva

Bien qu'elle n'ait fait son apparition qu'assez récemment dans le monde sans fil, la technologie du téléphone cellulaire en est déjà à sa quatrième génération, chacune plus rapide et plus performante que la précédente. Et le meilleur est à venir. La première génération, baptisée 1G, fondée sur la technologie cellulaire analogique ou AMPS (Advanced Mobile Phone System), s'est développée dans les années 1980.

La génération suivante, 2G, a vu l'avènement de la technologie numérique pour les communications vocales en téléphonie mobile. Apparue dans les années 1990, elle continue à être utilisée aujourd'hui. Les réseaux analogiques et numériques peuvent utiliser l'une des normes suivantes : GSM (Global System for Mobile Communication), CDMA (Code-Division Multiple Access) ou TDMA (Time-Division Multiple Access).

A la technologie 2G succéda celle dite "2.5G" vers la fin des années 1990, permettant aux utilisateurs de transférer des données via un réseau sans fil en recourant à la méthode de la commutation de paquets (cf. encadré). La version 2.5G du GSM est le GPRS (General Packet Radio Service) et celle de CDMA est CDMA2000 1xRTT. La technologie 2.5G permet aux utilisateurs d'accéder à Internet via leur téléphone portable. La technologie 3G, actuellement testée sur des marchés pilotes et progressivement généralisée, propose même des vitesses de transmission plus élevées; elle devrait faciliter l'accès sur le terrain à des jeux de données d'une certaine ampleur, jusqu'alors réservés au bureau, via une connexion sans fil à Internet.

Le sans fil et Bluetooth

Au cours des deux dernières années, la technologie Bluetooth a gagné en popularité en permettant des connexions auto-

matiques sans fil à courte portée entre des composants numériques. Une norme ouverte d'avant-garde, Bluetooth, utilise la bande de fréquences ISM (compatibilité mondiale) pour rendre possible un transfert de données sans fil entre des équipements distants de moins de 10 mètres.

Les appareils Bluetooth sont des mini-émetteurs/récepteurs radio à courte portée. Plus qu'une simple solution radio, Bluetooth permet à des équipements de se détecter mutuellement et de communiquer sans intervention de l'utilisateur. Lorsque deux appareils Bluetooth parviennent à portée l'un de l'autre, ils se détectent automatiquement et engagent une "conversation" afin de déterminer s'ils sont configurés pour communiquer ensemble. Si c'est le cas, ils établissent un "piconet" (picoréseau) ou réseau personnel (PAN, personal area network). En l'espace de quelques secondes, ils sont en mesure de transférer des données à grande vitesse en utilisant un protocole de réseau, en l'absence de tout câble. Le PAN ne peut inclure que deux appareils; il peut également s'agir d'un réseau similaire à un réseau local (LAN, local area network) entre ordinateurs de bureau, mais à une échelle plus réduite, "personnelle". Et parce que Bluetooth utilise la technologie du saut de fréquences sur un spectre étalé, plusieurs équipements Bluetooth communiquant via des piconets différents peuvent évoluer dans une même zone sans interférer les uns avec les autres.

Tout cela est très positif pour les topographes qui peuvent faire leur choix parmi un large éventail de méthodes de communication sans fil, suivant le type d'application et la zone concernés. Qu'ils recourent à des instruments optiques ou à des systèmes GPS, les géomètres peuvent profiter des avantages qu'offrent les technologies proposées (radio, téléphonie mobile, Bluetooth) et rendre le transfert de données plus rapide, plus simple, plus rentable et potentiellement libre de tout câble. Voyons à présent comment les équipements topographiques en sont parvenus à ce stade.

Vers la topographie sans fil

Dans les années 1990, les instruments optiques de topographie ont commencé à utiliser la technologie radio sans fil pour permettre à différents composants d'un système de communiquer entre eux. Le premier équipement de topographie au monde utilisable par une seule personne, présenté en 1990, intégrait une liaison sans fil pour la transmission de données en temps réel entre l'instrument robotisé et le prisme. Cette liaison recourait à un modem radio permettant au géomètre de contrôler l'instrument et la saisie de données depuis le prisme.

En 1993, le GPS a été combiné à une liaison radio pour la transmission de données, dans le cadre du développement du premier système topographique GPS de type RTK (Real-Time Kinematic, cinématique en temps réel) au monde. L'introduction du RTK fit faire un bond énorme à la productivité en topographie, permettant aux géomètres d'atteindre une précision centimétrique sur le terrain et éliminant la nécessité de procéder à un post-traitement des données GPS. Le RTK recourt à une liaison en temps réel pour la transmission des données de correction GPS; le mobile accède aux données

Que peut cacher un nom ? Bluetooth

Si Bluetooth est une technologie d'avant-garde, le nom qui la désigne est vieux, lui, de plus d'un millénaire. Selon la légende, le roi du Danemark Harald Blatand (traduit par "Bluetooth" en anglais, soit "Dent bleue") rêvait d'unifier les contrées scandinaves et d'apporter la paix à cette région instable au X^e siècle. Et apparemment, ses dents n'étaient même pas bleues : son nom fait référence à la teinte sombre de sa chevelure, si noire qu'elle en semblait presque bleue - tranchant singulièrement avec la blondeur scandinave. Mille ans plus tard, l'entreprise suédoise Ericsson a choisi ce nom pour une nouvelle technologie visant à unifier les technologies de substitution aux câbles, à l'instar de Blatand, autrefois si désireux d'unifier la Scandinavie. C'est donc une page d'histoire qui se cache derrière ce nom.

émises par une station de référence via une liaison de données radio sans fil. Révolutionnaires lors de leur commercialisation, les systèmes initiaux nécessitaient jusqu'à six câbles différents pour relier entre eux les divers composants du mobile GPS.

En 1997, les solutions GPS RTK ne requéraient déjà plus qu'un seul câble. La première solution RTK "tout sur canne" comprenait un récepteur GPS intégré, une antenne GPS et un modem radio UHF; un seul câble reliait l'instrument à l'enregistreur de données. Grâce aux progrès accomplis par les technologies sans fil et topographique, l'équipement s'est peu à peu rapproché de l'objectif final, être dénué de tout câble. Les infrastructures de téléphonie mobile s'étant étendues au monde entier et les coûts afférents ayant décru, nombreux sont les géomètres à avoir troqué la radio classique pour le téléphone portable comme lien sans fil. Plus compact et plus léger qu'un modem radio, ce dernier est en mesure de transmettre des données sur de longues distances, aussi longtemps que l'utilisateur reste dans les limites du réseau cellulaire. Cette technologie permet aussi aux topographes d'utiliser leurs téléphones portables pour se connecter à Internet. Et les contraintes en matière de licence et d'attribution de canaux pesant sur les radios classiques ne s'appliquent pas à eux.

La technologie Bluetooth a été introduite en 2002 sur les équipements topographiques, permettant aux géomètres d'utiliser une solution "tout sur canne" pour recevoir des corrections RTK en recourant à la technologie cellulaire et en s'affranchissant de tout câble. Ces mobiles RTK de pointe comprennent un récepteur GPS intégré, une antenne, une batterie et la technologie sans fil Bluetooth. Non seulement tout risque de s'empêtrer dans les câbles sur le terrain est dorénavant écarté, mais les utilisateurs peuvent aussi commander un instrument à distance dans un rayon d'environ 10 mètres. Bluetooth permet également à des utilisateurs de partager des données avec d'autres géomètres sur le terrain tout en poursuivant leur propre travail depuis le récepteur GPS. Et puisque Bluetooth est en mesure de connecter sans fil des utilisateurs à des téléphones portables, les géomètres peuvent se connecter sans fil à Internet pour envoyer et recevoir des fichiers de données à partir du bureau ou accéder à des sites de données topographiques.

■ ■ ■ Créer un monde topographique en réseau

La croissance incessante des infrastructures GPS mises en place dans le monde entier constitue la meilleure preuve des avantages que procure la technologie sans fil aux géomètres. Ces réseaux de stations de référence peuvent utiliser les possibilités offertes par tous les modes de communication sans fil (GPS, radio, téléphonie mobile et Bluetooth) pour proposer un large éventail d'options aux géomètres. Les réseaux de stations de référence GPS permettent aux topographes recourant à des mobiles GPS RTK d'accéder à des corrections RTK sans avoir à investir dans l'achat d'une station de référence, ce qui réduit d'autant le coût de leur équipement GPS. Et les possibilités des réseaux sont encore plus étendues si l'on y adjoint des logiciels performants.

En RTK classique, la précision et les performances décroissent à mesure que l'utilisateur s'éloigne d'une station de référence, en raison des influences exercées par l'ionosphère et la troposphère (généralement appelées l'erreur en ppm). Avec un réseau de stations de référence GPS et un logiciel délivrant une solution pleinement modélisée, l'utilisateur se connecte au système via une liaison sans fil. Le logiciel prend alors acte de sa position et lui permet de travailler comme si une station de référence - virtuelle - se trouvait à son voisinage immédiat. La conséquence en est que l'erreur en ppm est éliminée ou considérablement réduite, de sorte que les géomètres peuvent opérer à très grande distance des stations de référence physiques. Trimble a baptisé cette solution du nom de VRS (Virtual Reference Station, station de référence virtuelle); grâce à elle, les utilisateurs peuvent obtenir des précisions de niveau RTK sur des distances bien plus longues avec moins de stations de référence. Les utilisateurs peuvent également récupérer, via Internet, des données de correction GPS, stockées sur le site d'un centre de contrôle, en vue d'un post-traitement.

Certains réseaux de stations de référence GPS recourent à la technologie cellulaire en mode paquet, permettant aux administrateurs de réseaux GPS de fournir des corrections RTK via Internet tout en utilisant des protocoles de type AAA (*access, authentication and accounting*) intégrés pour savoir qui accède à leur système et à quelle fréquence. Sur le terrain, les utilisateurs accèdent alors aux données de correction RTK via un téléphone portable connecté à un mobile GPS. Et le protocole Internet signifie que les utilisateurs n'ont pas besoin d'être dans les limites de la portée de la radio comme ils le doivent dans le cas d'un émetteur radio RTK classique.

Dans le futur, les réseaux de stations de référence GPS étendus pourraient devenir, à l'image des réseaux cellulaires actuels, l'infrastructure fournissant les possibilités de topographie RTK aux géomètres, où qu'ils se trouvent sur la planète. Imaginez un monde dans lequel les géomètres n'auraient qu'à se saisir de leur mobile "tout en un" doté de la technologie Bluetooth, se rendre en n'importe quel point du globe et se connecter à un réseau de référence RTK puis à Internet via un téléphone portable: ni câbles ni station de référence supplémentaire. Où que l'on soit, il suffirait de se connecter pour se mettre au travail.

Le monde sans fil actuel a considérablement évolué par rapport à celui que connaissaient les géomètres voilà quelques décennies. Et les possibilités offertes par la communication sans fil procurent de sérieux avantages aux topographes: un surcroît d'efficacité, une productivité en hausse et une rentabilité accrue. Pour le géomètre, le monde sans fil est synonyme de nouvelles possibilités illimitées et potentiellement, de travaux topographiques ininterrompus. N'est-il pas riche de promesses?

Pourquoi en mode paquet ?

Jusqu'à la fin des années 1990, tous les réseaux de télécommunication utilisaient prioritairement la technologie de la commutation de circuits. Autrement dit, chaque appel créait un chemin, ou circuit, qui réservait un canal entre deux parties pour la durée de l'appel. Aujourd'hui, la commutation de paquets est en passe de devenir la norme en matière de communication de données, fournissant une méthode plus rentable pour la transmission de données via la technologie cellulaire. Avec la commutation de paquets, chaque appel envoie ses "paquets" de données sur tout circuit disponible et les réassemble dans l'ordre adéquat à destination. Des paquets d'autres appels utilisent les mêmes circuits, maximisant l'utilisation de la largeur de bande disponible. Les technologies CDPD (Cellular Digital Packet Data), GPRS, CDMA2000, Bluetooth (décrite ci-dessous) et 3G utilisent toutes la commutation de paquets. ●

Comité de rédaction : Nathan Pugh, Carl Thompson, Daniel Wallace - Trimble Rockies- Westminster USA.

Contact : Bernard Griesmar - Trimble France SAS
Tél. : 01 71 34 30 00
bernard_griesmar@trimble.com

ABSTRACT

Wireless? Cable-free? Cellular? Bluetooth? What is all this? How does it impact the surveyor? And how can a surveyor be prepared for the wireless world? Travel with us to a world without cables and judge for yourself. You may never return to cables, cords and bulky equipment again. Today, cables attached to surveying (and other) equipment are fast becoming a thing of the past. Like other technological advances, cable-free capabilities offer benefits for surveyors including fewer complications, less fuss, and greater efficiency and productivity on the job. Now, a surveyor can take a Global Positioning System (GPS) surveying unit in the field with virtually no cables connecting the receiver and data controller. GPS rovers can receive data from a GPS reference station over long distances using a cell phone and no cables. And leading infrastructure technology now allows surveyors to increase that distance while significantly reducing the RTK GPS surveyor's classical worst enemy: the PPM (parts per million) error. It's a new wireless world--and surveyors are embracing it.