

Un réseau de type VRS (stations virtuelles de référence) GPS + GLONASS révolutionne la prise de mesures par satellites sur le terrain

Le réseau de stations permanentes GNSS¹ SWISSAT

■ Laurence LANGLOIS

Swissat a mis en place un réseau de type VRS (Stations virtuelles de référence) GPS + GLONASS de 24 stations de référence réparties sur tout le territoire suisse.

L'utilisation combinée des systèmes GPS + GLONASS améliore la fiabilité et les performances du système de positionnement.

Il apporte aux professionnels de la mesure de véritables

avantages techniques, structurels et financiers.

La précision garantie est de 2 centimètres en planimétrie et de 3-4 centimètres en altimétrie. Il représente une vraie solution nationale, puisque tous les utilisateurs sur le terrain travaillent dans le même référentiel. Lorsqu'on utilise le service de corrections de mesures proposé par Swissat, l'investissement pour l'utilisateur est divisé par deux. L'Europe parie sur la constellation russe. En effet, en janvier 2003, la constellation a été intégrée au programme Galileo.

■ MOTS CLES

GPS - GLONASS - Galileo - GNSS - VRS - Rover - Mobile - Station de référence - Station virtuelle de référence - Station de base - Station de base virtuelle - Station permanente - RTK - RTCM - Rinex - GSM - Phase - Code - Sigma.

modèle d'erreur. Ce service proposé par Swissat permet de localiser, à l'aide d'un seul récepteur GPS et GLONASS, un point avec une précision centimétrique.

Aujourd'hui, Swissat a pénétré le marché suisse avec ses produits, non seulement elle vend son service de positionnement RTK, mais elle est aussi le principal revendeur en Suisse des récepteurs GPS du fabricant TOPCON. Swissat est une société du groupe suisse: SWISSPHONE. SWISSPHONE est une entreprise active depuis plus de 30 ans dans le design, la construction, le développement et la maintenance de réseaux radio et télécommunication. Ayant l'appui d'un des plus grands constructeurs de réseaux de télécommunication suisse, Swissat a monté en un an un réseau de stations permanentes GPS+GLONASS.

La technique de positionnement RTK de Swissat

Swissat possède un réseau de 24 stations de références. Chacune de ces stations observe en continu les satellites des constellations russe et américaine.

Les données collectées par les stations permanentes sont des mesures de pseudo-distances et de phases sur les deux fréquences L1 et L2. Elles sont transmises au centre de calcul sous le



Figure 1 : Réseau de 24 stations GNSS Swissat

La société Swissat

Swissat est une entreprise suisse de service dans le domaine des techniques de mesures par GNSS (Global Navigation Satellite System). C'est à la suite d'un travail de fin d'études d'une élève de l'ESGT (Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes du Mans), Valérie Renaudin, qu'a été créée l'entreprise Swissat en mai 2000. Swissat AG gère aujourd'hui, en tant que société indépendante, un réseau de 24

stations permanentes GPS et GLONASS réparties sur l'ensemble du territoire suisse et destiné principalement aux applications RTK.

Elle propose deux produits :

- Des données brutes enregistrées par les stations de référence au format RINEX
- Des corrections RTCM émises via une connexion GSM. Ces corrections sont produites par un ordinateur central qui calcule, à partir des observations des différentes stations de références, un



Figure 2 : Station permanente d'Arosa

■■■ format propriétaire des récepteurs TOPCON. Ensuite, elles sont traitées par un logiciel qui, grâce aux observations des différentes stations de référence du réseau, détermine un modèle d'erreur. Concrètement voici comment fonctionne ce service de positionnement : L'utilisateur mobile transmet sa position absolue au centre de calcul. Cette dernière, dont la précision peut aller de 5 à 50 mètres, est utilisée par la centrale pour extraire du modèle de correction les corrections à renvoyer à la station mobile. Ces corrections correspondent en réalité aux observations que ferait une station de base ayant pour coordonnées la solution de navigation. Le processus est donc le même que celui du GPS différentiel où l'utilisateur met en place sa station de base sur un point connu, et où dès l'initialisation terminée, le mobile, qui cherche à déterminer de nouveaux points, reçoit les corrections émises par la base. Cependant dans le cas de Swissat, la base n'existe pas physiquement. C'est la solution de navigation qui tient lieu de base virtuelle. Le schéma ci-dessous résume bien le fonctionnement de cette technique.

■ Les précisions obtenues avec le service de positionnement RTK de Swissat

La précision à deux sigmas près aujourd'hui garantie par Swissat à ses utilisateurs est de :

- 2 centimètres en planimétrie
- 3 à 4 centimètres en altimétrie

■ Pourquoi ce nouveau service de positionnement ?

Le réseau Swissat de 24 stations de référence a vu le jour pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, il permet de lutter plus efficacement que les autres techniques de positionnement GPS contre les erreurs engendrées par l'activité ionosphérique. Ensuite l'utilisation conjointe des systèmes GPS et GLONASS améliore la fiabilité et les performances du système de positionnement. Enfin, travailler avec un service de positionnement tel que celui proposé par Swissat permet aux utilisateurs de réduire leurs coûts.

L'activité ionosphérique

L'ionosphère est un milieu dispersif, ionisé par les radiations solaires. Son agitation introduit des biais, de 0 à 50 m, dans les mesures GPS. En effet, de faibles irrégularités, pouvant s'étendre sur quelques mètres voire quelques kilomètres, dans la composition en électrons de l'ionosphère, produisent de la diffraction et de la réfraction sur les signaux GPS. La réfraction change la direction et la vitesse de propagation de l'onde électromagnétique, tout en conservant la phase de l'onde principale. La diffraction, par contre, brouille l'onde électromagnétique, et donne lieu à des fluctuations temporaires sur l'amplitude et la phase du signal au niveau récepteur.

Ces irrégularités se traduisent par la perturbation des signaux GPS et GLONASS de deux manières. D'une part, elles produisent des fluctuations dans l'intensité du signal émis et d'autre part elles provoquent de rapides changements sur le retard engendré par la traversée de l'ionosphère. L'ionosphère entraîne un retard sur les mesures de pseudo-distances et une avance sur les mesures de phase.

Ces oscillations dépendent du cycle solaire. Elles ont été particulièrement importantes de 1989 à 1992. Le nombre et la force de ces fluctuations étaient à leur seuil le plus bas en 1994 et sont demeurés ainsi pendant cinq ans. Depuis 1998, une augmentation de ces effets est constatée.

Il existe plusieurs moyens, suivant le mode opératoire de travail, d'atténuer ce biais. En positionnement absolu, il est possible d'utiliser un modèle ionosphérique. En mode différentiel, sur des bases courtes inférieures à 20 km, on peut considérer que les erreurs ionosphériques sont les mêmes au niveau de la station de base et du mobile. Pour des lignes de base supérieures à 20 km, l'utilisation de récepteurs bifréquences permet d'éliminer l'effet ionosphérique par double différence.

Dans les années à venir, l'activité de l'ionosphère va continuer à s'accroître. Bien que les observations bifréquences puissent être efficacement employées pour calculer des corrections ionosphériques, la détermination des ambiguïtés par une double différence deviendra beaucoup plus compliquée, même pour des bases courtes. Ainsi plus on s'éloignera de la station permanente utilisée pour obtenir les corrections ionosphériques, plus la représentativité du vecteur correction diminuera. Le réseau Swissat permet de palier à ce phénomène. En effet, Swissat détermine à partir des observations des stations permanentes non pas un vecteur, mais une surface de correction. L'utilisation de corrections surfaciques permet de mieux éliminer les biais ionosphériques et de résoudre plus facilement les ambiguïtés.

■ Deux systèmes de satellites (GPS+GLONASS)

L'entreprise Swissat est une des seules au monde à prendre en compte la constellation GLONASS (satellites russes) en plus de celle des GPS (satellites américains). Swissat utilise les signaux émis par ces deux systèmes de satellites.

La constellation GLONASS a longtemps suscité de nombreuses critiques: "trop peu de satellites, les Russes ne respectent pas leur programme de lancement etc.."



Figure 3 : Principe de la station virtuelle de référence



Figure 4 : utilisateur Swissat

Mais aujourd'hui, l'Europe parie sur cette constellation russe. En effet, en janvier 2003, la constellation GLONASS a été intégrée au programme GALILEO, élément qui relance la recherche sur les satellites russes. Ainsi les constructeurs de récepteurs GPS doivent tenir compte lors de l'élaboration de leurs prochains produits non seulement des fréquences réservées aux satellites de la constellation GALILEO, mais aussi des fréquences utilisées par les satellites russes.

La déclaration, au début de l'année, du Ministre français des Sciences, Madame Claudie Haigneré conforte la volonté européenne de renforcer la collaboration avec les Russes pour toutes les actions dans le domaine spatial.

Afin d'établir clairement les différents avantages qu'apporte l'utilisation de la constellation GLONASS en complément

à la constellation GPS, Swissat a mené une étude. Cette dernière a fait l'objet d'une présentation lors du congrès NavSat 2002 et a obtenu le premier prix. NavSat est un des plus importants congrès européens réservé aux techniques de positionnement spatial.

Les conclusions de cette étude comparative sont les suivantes: L'utilisation combinée des constellations russe et américaine assure à l'utilisateur un élargissement de la zone de travail. En effet, avec une constellation contenant plus de satellites, la disponibilité est sensiblement accrue. Ainsi, dans un environnement obstrué (site urbain, zones montagneuses, forêts...) où seuls 3-4 satellites GPS sont reçus, la réception de 5-6 satellites combinés assure une solution de navigation alors que le GPS seul aurait "décroché". Avec un récepteur GPS+GLONASS, il est possible de lever deux fois plus de points en zone urbaine qu'avec un simple récepteur GPS. La couverture des deux systèmes est également complémentaire à toutes les latitudes: les satellites GLONASS couvrent mieux les zones polaires. Enfin, disposer de plus de satellites élargit sur une semaine la fenêtre de travail jusqu'à 30%. La fenêtre de travail est la durée sur une journée où on peut travailler efficacement avec un récepteur GPS.

Théoriquement, l'observation de quatre satellites GPS permet de déterminer une position 3D. Mais dans la pratique, on constate que pour travailler efficacement il est nécessaire que le récepteur GPS observe au moins six satellites. Nos fenêtres de travail ont donc été cal-

culées en considérant qu'avec moins de six satellites, il est impossible de travailler, d'initialiser le récepteur.

Les schémas suivants comparent les fenêtres de travail avec un récepteur GPS et GLONASS aux fenêtres avec un récepteur uniquement GPS dans différentes situations. Travailler en temps réel avec un service de positionnement tel que Swissat et un récepteur GPS+GLONASS augmente donc la zone de travail et la durée, mais permet aussi de réduire de moitié le temps d'initialisation. Le schéma suivant montre que grâce à la combinaison des deux constellations, le récepteur GPS+GLONASS résout plus vite les ambiguïtés et atteint donc la précision centimétrique plus rapidement qu'un récepteur GPS. Il s'agit de mesures effectuées sur plus de 200 initialisations sous différentes constellations de satellites. Les temps ont été enregistrés depuis la connexion téléphonique avec le centre de calcul jusqu'à la résolution des ambiguïtés du récepteur.

Les avantages apportés par la constellation GLONASS ne sont donc pas négligeables.

■ Un coût réduit pour l'utilisateur

Un réseau tel que Swissat permet à l'utilisateur de travailler avec moins de matériel et de personnel sur le terrain. Lorsque l'on travaille en mode différentiel, deux systèmes de réception GPS sont nécessaires :

- Un récepteur et son antenne utilisés comme base, et servant de référence
- Un récepteur dit mobile

Lorsqu'on utilise le réseau Swissat un ■■■

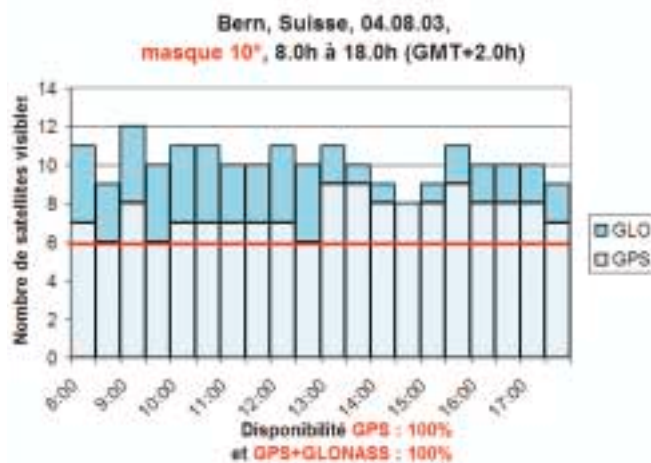


Figure 5 : Comparaison de la fenêtre de travail d'un récepteur GPS et d'un récepteur GPS+GLONASS pour un masque de 10°

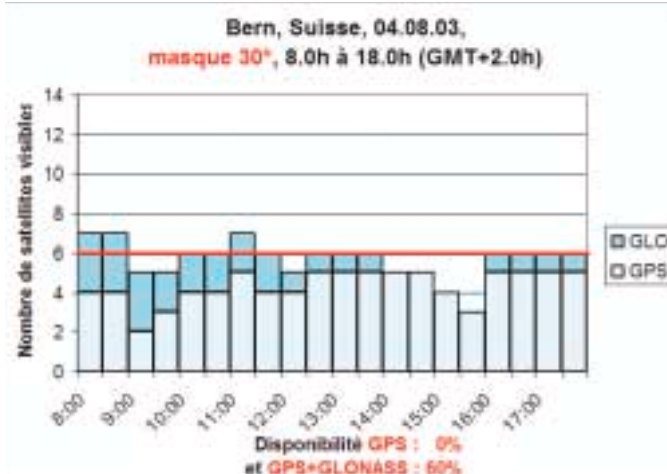


Figure 6 : Comparaison de la fenêtre de travail d'un récepteur GPS et d'un récepteur GPS+GLONASS pour un masque de 30°

■ seul équipement GPS ou GPS/GLO-NASS suffit puisque l'ensemble des stations permanentes du réseau joue le rôle de la station de base. Ainsi utilisé le service proposé par Swissat permet de diminuer les frais d'investissement :

- Achat d'un seul matériel GPS et non de deux.
- Il n'est plus nécessaire de mettre en place ni de surveiller sa station de base puisqu'elle n'existe plus.
- Transport du matériel dans une voiture plus petite.
- L'utilisation du GPS reste rentable même s'il n'y a qu'une dizaine de points à lever.

Que se passe-t-il aujourd'hui en France?

Cette année, les géomètres français ont donné leur accord afin de construire, en France, un réseau de stations permanentes GPS. Cet accord est la preuve du grand dynamisme de l'ordre des géomètres et de leur volonté de travailler avec les techniques de mesure les plus modernes. L'Ordre des Géomètres Experts est chargé de trouver la ou les sociétés qui répondront le mieux à ce besoin. La construction d'un réseau utilisant le principe de la station virtuelle de référence ne se résume pas dans l'achat de récepteurs GNSS bifréquences et d'un logiciel qui calcule des corrections. En effet, pour construire un réseau, il faut, certes, posséder des connaissances en géodésie, mais aussi en télécommunication et en marketing. La réalisation d'un réseau de stations permanentes est un projet ambitieux et

coûteux. Pour qu'il soit rentable, le nombre d'utilisateurs doit être important. Un réseau comme Swissat est destiné aussi bien à des applications de topographie qu'à des applications transdisciplinaires comme la météorologie, la surveillance sismique, la recherche... Les utilisateurs sont nombreux, il est donc intéressant de donner une liste, non exhaustive, de ces derniers:

■ Les géomètres

Pour tous leurs travaux de levé, d'implantation, le service proposé par Swissat leur permet de gagner du temps. D'un point de vue général, toutes les personnes amenées à faire des levés de voies, conduites d'eau, d'électricité, de gaz sont directement intéressées par le service de positionnement RTK proposé Swissat.

■ Les SIG

Depuis plusieurs années, les Systèmes d'Information Géographiques ont connu un essor important. Beaucoup d'administrations, d'entreprises et de collectivités constituent leurs propres bases de données géoréférencées. Ce ne sont pas des spécialistes de la mesure qui les réalisent. Travailler avec Swissat signifie travailler avec un outil simple et précis d'aide à la constitution d'un SIG.

■ La gestion des réseaux en zone urbaine

Les forces de police engagées sur le terrain et appelées à intervenir sur le lieu d'un accident peuvent grâce à un service de positionnement RTK exécuter un levé rapide de la scène de l'accident, afin de dresser leur rapport.

■ Surveillance sismique

Au Japon, la fonction première d'un réseau de 610 stations de référence était la surveillance sismique. Aujourd'hui, ce réseau est ouvert à de nombreuses autres applications. Les réseaux comme Swissat peuvent donc servir à de la surveillance d'ouvrage d'art ou de zones en mouvement (ex: pan de montagne qui glisse).

En misant dès le départ sur un réseau de stations permanentes GNSS, regroupant les observations des satellites GPS + GLONASS, Swissat a conquis de nombreux professionnels de la mesure et continue de bouleverser ce marché en pleine évolution. Les avantages technologiques, techniques et concurrentiels de son réseau placent aujourd'hui Swissat au premier plan. De plus, ce type de réseau ouvert, convivial, compatible est une vraie solution nationale, puisqu'il offre à tous les utilisateurs la possibilité de travailler dans le même référentiel. Aujourd'hui, plus que jamais, Swissat, avec ce type de réseau, est positionnée pour remporter les grands défis de demain. ●

(1) Global Navigation Satellites System

ABSTRACT

Swissat has established a network of virtual reference stations (VRS) GPS + GLONASS of 24 stations spread all over Switzerland.

The combined utilisation of the GPS + GLONASS systems increases the reliability and the performances of the positioning system. It provides the professionals real technical, structural and financial advantages. The guaranteed precision is of 2 centimetres horizontally and of 3-4 centimetres vertically. It represents a real national solution, as all users in the field work with the same reference. When you use the data correction service of Swissat, the investment for the user is halved. Europe relies on the Russian constellation. Indeed, in January 2003, the constellation was integrated with the Galileo programme.

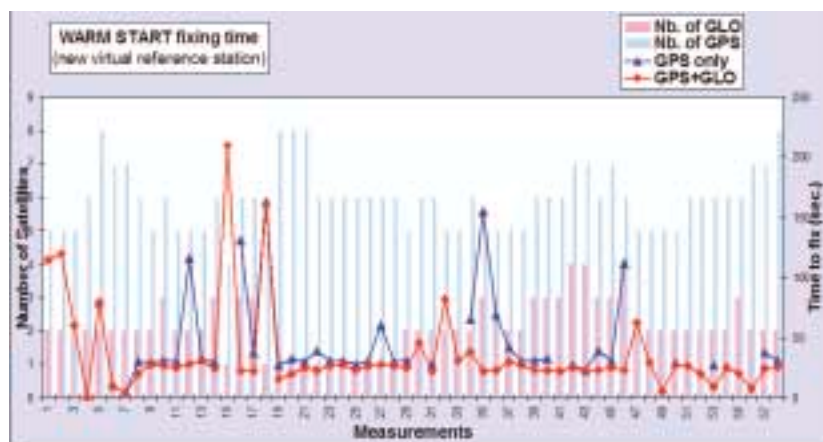


Figure 7 : Temps moyen d'initialisation du récepteur 27'' en GPS+GLONASS contre 47'' en GPS uniquement.