

GNSS THEORIE ET REALITE, APPORT ACTUEL ET FUTUR DES RESEAUX GLONASS ET GALILEO EN COMPLEMENT DU RESEAU GPS

Société d'accueil : FUGRO GEOID
PFE présenté par : Maxime MOST
Directeur du PFE : Claude MICHEL
Correcteurs : Jacques LEDIG, Gilbert FERHAT



Mots clés : GNSS, GPS, GLONASS, GALILEO, positionnement par satellite, interopérabilité.

1. Contexte de l'étude

FUGRO GEOID est une société pionnière en France dans le positionnement par satellite. Une grande partie de ses activités se déroulent à l'étranger, dont la majorité en Afrique. Utilisant depuis de nombreuses années le système américain GPS, FUGRO GEOID a décidé d'investiguer sur les apports du GNSS. Que ce soit pour l'élaboration de réseaux géodésiques, le positionnement post-traité de semis de points issus de laser hélicoptéré (solution Fli-Map) ou la navigation maritime, le GPS est utilisé selon divers modes d'acquisition.

A l'heure où nous ressentons un dynamisme débordant de la part de plusieurs nations dans l'objectif de créer leur propre système global de positionnement, il est primordial de notre point de vue d'utilisateur d'en comprendre les aboutissements. Si les débouchés sont énormes, pour le topographe le GNSS doit encore faire ses preuves afin de s'affirmer dans un domaine où le GPS est prédominant.

Dans le cadre de son plan de recherche et développement, la décision d'étudier et d'analyser en quoi l'exploitation des signaux GNSS actuels et futurs présentent de réels intérêts, s'est naturellement imposée. FUGRO GEOID dispose de récepteurs GNSS qui nous permettront de constater la réalité de l'efficacité de la combinaison des signaux.

2. Les enjeux

Si nous prenons l'exemple de la solution Fli-Map, lors de l'acquisition des données, le positionnement par satellite est doublement utilisé. Au moment du survol des corridors, l'hélicoptère est positionné en utilisant un système DGPS temps réel à l'aide des corrections OmniSTAR. Les stations de références implantées au sol permettent lors de la phase de traitement, de géoréférencer l'ensemble du projet.

Ce dispositif requiert un GDOP maximal de 3.5 et une constellation de 6 satellites visibles durant toute la phase d'acquisition. Ceci a pour conséquence le respect des fenêtres GPS en plus des conditions météorologiques. Nous voyons alors que si la solution GNSS pouvait être adoptée, les contraintes liées au GDOP pourraient être assouplies. Si une constellation globale regroupant GPS, GLONASS et dans quelques années GALILEO est exploitable, ce paramètre viendrait à modifier la logistique de ces chantiers.

Pour la société, le positionnement par satellite ne se résume pas uniquement aux chantiers Fli-Map. L'emploi du positionnement en temps réel type RTK est évidemment exploité et son développement actuel nous permet de penser que le GNSS est promis à un essor certain.

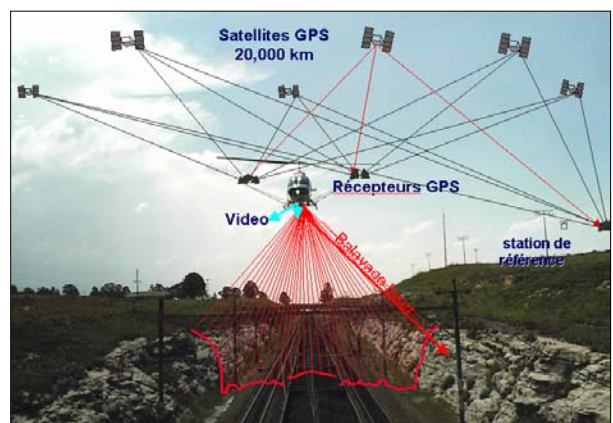


Figure 1 : principe de fonctionnement de Fli-Map

L'**objectif** de cette étude est double :

D'un côté une phase d'étude doit nous permettre d'analyser et de répertorier les services apportés par les solutions GNSS.

De l'autre, une phase d'expérimentations nous permettra d'analyser les signaux actuellement diffusés selon différents modes d'utilisations (statique, mobile, temps réel, post-traitement).

3. L'étude des systèmes GNSS

Cette étape est primordiale car elle nous amène un début de réponse. Si le GPS américain est très bien connu par ses utilisateurs, GLONASS pourtant contemporain à ce dernier est beaucoup plus discret. Nous voyons également apparaître des nouvelles nations dans la course au positionnement par satellite qui sont l'Inde ou la Chine qui est le plus sérieux futur acquéreur d'un système GNSS.

- La modernisation du GPS

Face à l'émergence de nouveaux systèmes de positionnement par satellite, l'administration américaine se devait de contrer cet élan en proposant de nouveaux services. C'est chose faite avec un programme de modernisation du GPS qui passera par la réalisation de nouveautés. Les militaires profiteront de la création d'un code M, moins sensible aux brouillages intentionnels et plus rapide en phase d'acquisition que le code P.

Pour les utilisateurs civils, deux nouveautés sont programmées. La première consiste en l'émission d'un nouveau signal (L2c) centré sur la fréquence L2 permettant à l'aide de nouveaux codes, une meilleure performance dans la détermination des pseudo-distances. La deuxième innovation provient de la mise en fonction d'une nouvelle fréquence d'émission L5, centrée sur 1176 MHz ayant une puissance d'émission plus élevée.

- La renaissance de GLONASS

Le système d'origine russe a été actif moins d'une année en 1996 à cause d'un difficile maintien en état de sa constellation. Aujourd'hui les ambitions du gouvernement russe prévoient un système fonctionnel au courant de l'année 2008. Mais l'ascension est lente, si bien que GLONASS se trouve un nouveau partenaire avec l'Inde afin de lancer ses satellites à moindres frais. Si actuellement seulement 11 satellites sont actifs, les signaux GLONASS sont néanmoins d'ores et déjà exploitables.

- La difficile entrée de GALILEO

Le projet de positionnement global européen est en cours de réalisation et son premier satellite expérimental GIOVE-A, a été lancé en 2005. Là où GALILEO est novateur, c'est dans le panel de services qu'il proposera. Ses fondateurs ont compris qu'ils ne pouvaient pas se contenter d'élaborer un système calqué sur la solution américaine. Avec des dispositifs permettant la recherche de personnes en difficulté ou un service commercial offrant une meilleure qualité de positionnement, GALILEO ne manque pas d'arguments pour toucher les marchés futurs.

Les retards accumulés sont d'ordre économiques ou de gestion et laissent à ses concurrents une avance qui pourrait lui être préjudiciable dans les années à venir.

- L'interopérabilité des systèmes

Ce terme désigne la capacité de cohabitation des systèmes ainsi que leur utilisation simultanée pour un utilisateur, lui permettant d'allier les différentes constellations. La source des signaux est très éloignée du récepteur et les fréquences d'émission sont très proches.

L'interopérabilité doit permettre :

- . Une cohésion des fréquences d'émission qui doit éviter les interférences entre systèmes afin que le récepteur puisse distinguer distinctement les signaux.

- . Une gestion des systèmes géodésiques car les éphémérides radiodiffusées se font dans ces référentiels.

- . Une gestion des systèmes temps où de nouvelles inconnues interviennent qui sont ces décalages de temps entre systèmes.

Cette interopérabilité est assurée par des accords passés entre les nations gestionnaires de GNSS.

4. La phase d'expérimentations

Cette étape doit nous permettre d'approcher l'analyse des signaux GNSS actuellement émis. Les récepteurs GNSS proposent une réception simultanée des observations GPS et GLONASS. FUGRO

GEOID disposant de récepteurs GNSS pour l'acquisition des signaux GPS, GLONASS, EGNOS ou OmniSTAR, nous allons tenter d'analyser les apports de ces différentes solutions selon que l'on soit en utilisation statique ou cinématique.

- Le mode statique

EGNOS

La phase expérimentale du système européen d'augmentation régionale du GPS est actuellement en cours d'achèvement. Les signaux sont disponibles même si EGNOS n'est pas pleinement opérationnel.

Lors de la phase test nous avons réalisé un positionnement DGPS à l'aide des corrections EGNOS, du point VLF1 dont nous avons déterminé les coordonnées également par une observation GPS longue durée. L'objectif de cette étude est de mettre en avant la qualité du positionnement ainsi que la pérennité du signal EGNOS.

En réalisant une séquence d'observation sur 36 heures, nous avons enregistré une position corrigée chaque trente secondes. De cette manière nous pouvions constater la dispersion des résultats.

Résultats et constatations :

Une des premières analyses nous démontre que le signal reste relativement faible et de nombreuses coupures de réception ne permettent pas un positionnement DGPS continu. Environ un tiers des observations sont sans correction.

La dispersion montre un écart-type de 0,38m pour la composante Est, 0,86m pour la composante Nord et 1,62m pour la composante verticale.

La moyenne de cette détermination comparée aux coordonnées les plus probables calculées par la suite montrent les écarts suivants :

$$\Delta E = 32 \text{ cm}$$

$$\Delta N = 65 \text{ cm}$$

$$\Delta alt = 1,47\text{m}$$

Ceci nous prouve que pour un positionnement qui requiert une précision métrique en planimétrie, EGNOS est exploitable. Ne perdons pas de l'esprit qu'initialement EGNOS est conçu pour la navigation aérienne et nous constatons alors que la précision du résultat, se montre à la hauteur des attentes.

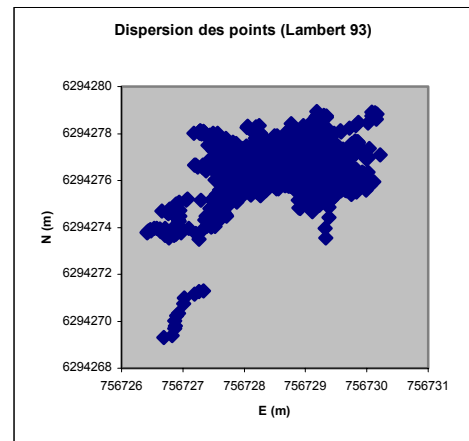


Figure 2 : dispersion des coordonnées du point VLF1

GPS combiné à GLONASS

Dans cette phase, deux récepteurs GNSS nous permettent d'analyser le signal GLONASS en élaborant différentes configurations de traitement.

Le mode opératoire se déroule comme tel :

- . Session d'observation de 48 heures,
- . Deux récepteurs GNSS enregistrent à une cadence de trente secondes les observations GPS et GLONASS,
- . Deux points inconnus sont stationnés (VLF1 précédemment utilisé, et VLF2), distants d'une centaine de mètres.

Procédures de traitements :

Configuration 1 : traitement des observations GPS, à l'aide des données du réseau RGP.

Configuration 2 : traitement des observations GPS et GLONASS à l'aide des données RGP.

Configuration 3 : traitement des observations GPS à l'aide de la diffusion des données IGS.

Configuration 4 : traitement des observations GPS et GLONASS à l'aide des données IGS.

Configuration 5 : traitement des observations GLONASS avec un minimum de satellites GPS, à l'aide des données IGS.

Configuration 6 : traitement des observations GLONASS en fixant VLF1 en station de référence.

Cette dernière configuration nous a permis de constater que la constellation GLONASS offre parfois un nombre de satellites suffisant pour un traitement sans GPS.

Analyse des résultats :

			Références (m)	Ecart constatés (cm)				
			Configuration 1	Configuration 2	Configuration 3	Configuration 4	Configuration 5	Configuration 6
VLF1	Coordonnées cartésiennes	X (m)	4605678,206	-2,8	-21,0	-20,8	-25,4	Coordonnées configuration 1
		Y (m)	298170,508	-0,6	13,2	7,6	12,9	
		Z (m)	4387900,490	-2,7	7,3	11,6	6,1	
	Coordonnées planes	E (m)	710140,061	-0,5	14,2	8,6	14,2	
		N (m)	161501,162	0,1	19,4	22,5	21,7	
		Altitude (m)	261,075	-4,0	-9,5	-6,6	-13,5	
VLF2	Coordonnées cartésiennes	X (m)	4605673,901	-3,0	-20,9	-23,0	-24,8	1,4
		Y (m)	298074,575	-0,6	13,3	7,8	13,2	0,3
		Z (m)	4387923,235	-2,9	7,3	8,7	5,2	1,6
	Coordonnées planes	E (m)	710044,241	-0,5	14,2	8,8	14,3	0,1
		N (m)	161523,259	0,0	19,4	22,0	20,5	0,2
		Altitude (m)	269,220	-4,2	-9,4	-10,2	-13,7	2,1

Figure 3 : comparaison des résultats

La configuration 1 fera office de référence pour la totalité de nos expérimentations en optant pour une détermination classique et fiable à l'aide uniquement des données GPS (observations RGP).

L'analyse des différents résultats nous amène à plusieurs conclusions :

Nous voyons que la constellation GLONASS n'apporte guère de précision supplémentaire au traitement statique, surtout si l'on considère le fait que le RGP ne permet pas actuellement de disposer de données GLONASS. Les quelques stations de l'IGS diffusant leurs observations GLONASS, nous permettent d'effectuer un traitement qui nous montre que les données GLONASS sont fiables mais difficilement exploitables de par une constellation incomplète. Le traitement de la configuration 6 nous montre que le traitement exclusivement GLONASS est possible mais dans un cadre qui reste expérimental. Les résultats dans ce cas précis restent tout de même cohérents.

- Le mode cinématique :

Dans cette phase nous nous sommes placés dans les conditions d'une configuration d'utilisation RTK. Le calcul en temps réel de coordonnées de points, à l'aide de la constellation GPS uniquement puis avec GPS combiné à GLONASS nous a démontré que le principal apport du GNSS se situait dans une amélioration du GDOP. La constellation GNSS visible est plus homogène et permet l'incorporation de 3 satellites GLONASS la plupart du temps. Nous avons vu que les deux déterminations sont quasi identiques et qu'il n'y a pas de nette amélioration de la précision du résultat. En revanche nous notons que l'effet de masque est nettement diminué procurant un confort d'utilisation supplémentaire dans ce mode. L'amélioration du temps d'initialisation reste peu significatif vu la rapidité actuelle du processus.

5. Conclusion et perspectives

Cette étude aura fait transparaître en premier lieu le débordant enthousiasme suscité à l'égard du GNSS, par différents pays. Le GPS détient encore le monopole mais le retour de GLONASS sur la scène internationale semble incontournable. GALILEO se fait attendre mais les services qu'il proposera sauront sans nul doute séduire de nouveaux utilisateurs, alors que la Chine élabore son propre système de positionnement dans une relative discrétion. Nous avons démontré que comme on pouvait le prévoir, le mode statique n'est pas grandement amélioré en utilisant les signaux GNSS. Pour FUGRO GEOID c'est essentiellement au niveau des fenêtres GNSS nécessitant un minimum de satellites visibles que l'apport est ressenti. L'utilisation cinématique du GNSS est beaucoup plus avantageuse avec une amélioration conséquente de la géométrie de la constellation, assurant une plus grande fiabilité du signal. Dans l'avenir, lorsque les trois principaux systèmes seront opérationnels, il est évident que certaines de nos constatations seront à remettre en cause. A ce moment là, les systèmes GNSS seront ouverts à une nouvelle guerre qui sera d'ordre commercial.