

# rencontre de l'IREX - AFT

## Applications du GPS en Génie Civil

M. Leroy - Trimble

### INTRODUCTION

GPS - Global Positioning System

Lancement du 1<sup>er</sup> satellite en 1978,

Déclaré opérationnel avec 24 satellites en 1993.

A l'usage des spécialistes en phase prototype, les procédures de terrain et de calcul sont désormais bien cernées et accessibles à tous les utilisateurs.

Méthode	Précision	Temps	Rayon	Contrainte
Point isolé	100 m	Temps réel	Partout	Aucune
DGPS	1-5 m	Temps réel	2000 km	Liaison radio
Différentiel post traité	id	Calcul rapide	id	Aucune
Statique	2 mm + 1 ppm	1-6 heures	1000 km	Statique
Statique rapide	1 cm + 2 ppm	5-10 mn	25 km	Bifréquence
Cinématique	id	15 s	10 km	Signal continu
Cinématique OTF	id	5 s	20 km	Liaison radio

A l'exclusion du point isolé, le GPS permet de calculer le vecteur tridimensionnel entre deux récepteurs. Ceux-ci doivent au minimum recevoir en même temps les données de quatre satellites. Les avantages principaux par rapport aux méthodes traditionnelles sont :

- Une plus grande distance d'application.
- Pas de nécessité d'intervisibilité.
- Disponible 24 heures sur 24 sur la totalité du globe,
- Insensibilité aux intempéries (pluie, vent, neige, brouillard, chaud ou froid).
- Diminution des manipulations et donc des risques d'erreurs humaines.
- Résultats instantanés disponibles en temps réel au niveau du mobile.

Plusieurs types d'applications sont possibles selon la méthode choisie.

### I. RÉSEAUX DE RÉFÉRENCE EN STATIQUE

Certains projets reposent sur un réseau de référence établi avec une très haute précision. De tels réseaux peuvent être très facilement mis en place par GPS.

Il y a plusieurs avantages à utiliser cette méthode :

Même à très grande distance, il n'y a plus de déformations dues à l'accumulation des erreurs puisque des vecteurs de contrôle peuvent être observés directement

d'un bout à l'autre du projet. L'avantage est prépondérant sur des projets linéaires ou de grande étendue.

D'autre part, la possibilité de rattacher des points qui ne sont pas visibles entre eux permet de garantir l'homogénéité d'un réseau réparti sur plusieurs vallées. Les alignements de départ et d'arrivée d'un tunnel sont ainsi réellement rattachés sans station intermédiaire ni déperdition de précision quelque soit l'obstacle à franchir.

Enfin, on s'affranchit plus facilement d'un système de référence officiel qui présente parfois des imprécisions. L'insertion se fait alors au mieux sans déformer le réseau observé dont les fermetures internes garantissent la solidité.

Les domaines d'application sont aussi divers que les tunnels, les projets routiers, les lignes électriques ou les implantations nécessitant une grande précision (barrages ou centrales nucléaires). L'autonomie du système est également avantageuse dans les endroits ne disposant que de très peu de références.

### II. RELEVÉ ET IMPLANTATION

#### a) Statique Rapide :

Les derniers développements des algorithmes de calcul permettent de calculer un vecteur de vingt-cinq kilomètres avec cinq minutes d'observation et une précision finale de deux à cinq centimètres. Cette méthode appelée statique rapide permet de lever très rapidement des points nouveaux ou existants en se rattachant au réseau de référence.

#### b) Stop and Go :

Le principe de base de cette méthode comprend une initialisation statique d'environ deux minutes sur une ligne de base connue et une réception continue des satellites lors du mouvement. Tant que quatre satellites sont conservés, il suffit de s'arrêter quelques secondes sur un point pour en déterminer ses coordonnées.

Si on utilise des récepteurs bi-fréquences, on peut s'affranchir de l'initialisation sur un point connu, celle-ci se faisant en mouvement (méthode O.T.F.) ou sur un point nouveau.

Cette méthode peut être utilisée pour un traitement différé ou en temps réel. Le temps réel demande l'emploi d'un lien radio pour la transmission de données entre la référence et le mobile. Les avantages du temps réel sont l'assurance d'un bon déroulement de la session et la connaissance immédiate des coordonnées du mobile. Cette connaissance permet la navigation vers un point précis, son implantation ou son contrôle.

### III. CINÉMATIQUE CONTINUE

On peut également avoir une connaissance continue des coordonnées d'un mobile. Cette position peut être connue en temps différé ou en temps réel avec un équipement radio. Les applications directes de ce système auxquelles on peut penser sont la poursuite de tout

mobile, l'auscultation de déplacements ou le guidage sur une trajectoire pré-définie.

Les trois méthodes pour obtenir un tel positionnement sont :

- Le DGPS ou GPS différentiel qui travaille sur les codes binaires qui modulent le signal. La précision obtenue va de un à cinq mètres mais dans un rayon supérieur à 1500 kilomètres. Très peu sensible aux obstructions, on peut par exemple l'utiliser pour la gestion d'une flotte de véhicules d'approvisionnement ou de la position de flèches de grues.

- Le RTK ou cinématique en temps réel qui utilise la phase du signal GPS. Elle permet un positionnement centimétrique dans un rayon de 20 kilomètres. Cette précision peut être améliorée à quelques millimètres si on recherche un déplacement relatif seconde après seconde en utilisant des filtres dynamiques. La navigation ou l'étude d'un mouvement peuvent en être une bonne application.

- Le RPT ou suivi précis où la position du mobile est calculé au niveau de la station de référence et peut, par exemple, être disponible dans une salle de contrôle. C'est la configuration utilisée lorsque le mobile est inaccessible ou pour les auscultations.

#### IV. QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATIONS

**a) Statique** : Rattachement des réseaux géodésiques entre la France et l'Angleterre pour le projet du Tunnel sous la Manche. Canevas de référence de plusieurs grandes villes.

**b) Statique rapide et Stop & Go** : Implantation de tronçons du TGV Méditerranée. Levé tel que posé et reconstruction du terrain le long d'oléoducs.

**c) Cinématique continue** : Auscultation du Pont de Normandie lors de sa mise en charge. Pose de l'émissaire sous marin de Casablanca.

#### CONCLUSION

Le GPS est encore assez peu répandu en France dans le domaine du Génie Civil, malgré la diversité des applications possibles. Cependant, de nombreux essais ont été mis en place dans plusieurs domaines et la rentabilité de ce système a, chaque fois, convaincu. L'idée de la solution GPS à un problème de positionnement commence simplement à entrer dans les habitudes des concepteurs. Il ne fait aucun doute qu'une multiplicité de nouvelles applications seront découvertes et mises en place dans les années à venir.

# Aujourd'hui, chacun a besoin de repères.



**EUROBORNES**  
*L'imagination-service*

SAINT-SIXT B.P. 122 74804 LA ROCHE-SUR-FORON CEDEX TEL: 50 25 81 32 FAX: 50 03 33 71

Aspache