

Depuis ces dernières années, une multiplicité impressionnante de stations GPS permanentes a vu le jour, et ceci pour des objectifs variés. Ce phénomène

l'expérience pilote Réseau GPS Permanent (RGP)

Claude Boucher (IGN)

reflète bien sûr l'importance grandissante du système GPS dans de nombreuses applications. Il pose en contrepartie la question de la cohérence de ces développements : duplication inutile et coûteuse d'efforts d'un côté, retards préjudiciables de l'autre...

Afin de mieux illustrer ce constat, il est utile de donner dès maintenant une liste, même non exhaustive, d'applications accessibles par de tels réseaux :

- Orbitographie et références globales pour le système GPS, permettant ainsi de produire des éphémérides ultraprécises des satellites GPS dans un système de référence mondial unique ;

- Stations de référence pour des campagnes GPS régionales ou locales, utilisables en temps différé (mesures collectées et rediffusées par serveur) ou temps réel (type RTK) ;

- Stations différentielles actives pour la navigation (génération directe de corrections ou contribution à un modèle de corrections rediffusé par satellite) ;

- Surveillance géophysique (zones sismiquement actives, volcanologie, glaces, mouvements verticaux du sol à l'emplacement de marégraphes, subsidences...);

- Soutien à la trajectographie des levés aériens, en particulier levés photographiques, gravimétriques, aéromagnétiques... ;

- Surveillance de l'intégrité du système GPS, particulièrement importante pour l'utilisation de GPS en navigation aérienne ou routière ;

- Orbitographie de satellites bas (dits LEO) en embarquant à bord un récepteur GPS adapté ;

- Transfert de temps ;

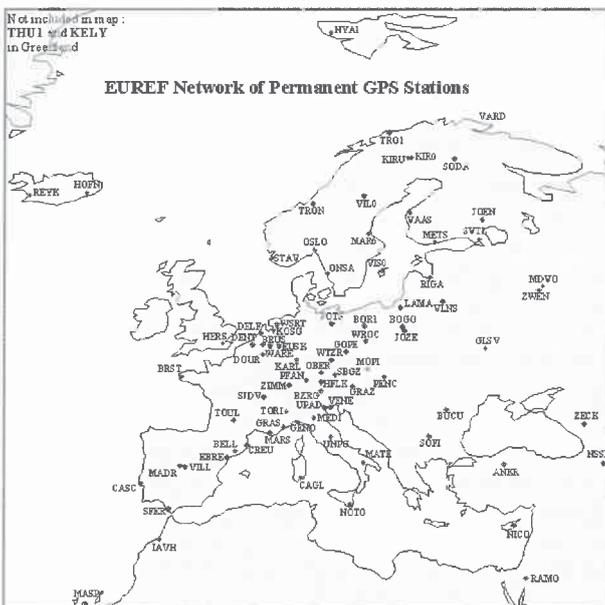
- Sondeurs troposphériques ou ionosphériques dans les liaisons radio entre le sol et les satellites GPS (profils verticaux), ou bien dans les liaisons entre un récepteur embarqué sur satellite bas type LEO et les satellites GPS, surtout en configuration d'occultation par la Terre (profils horizontaux).

Le Groupe de travail permanent Positionnement statique et dynamique du CNIG, présidé par Pascal Willis (IGN), a initié une réflexion sur ce sujet au niveau national, notamment au sein d'un sous-groupe animé par Jean Berterreche (OGE).

Dans le cadre de ce groupe, le Laboratoire de Recherche de Géodésie (LAREG) de l'IGN a ainsi entrepris depuis 1997 une expérience pilote d'un Réseau GPS Permanent (RGP) comprenant :

- a) un réseau de stations couvrant la France métropolitaine ;
- b) un système de collecte, analyse et diffusion de données ;
- c) un ensemble de projets pilote d'utilisation, définis et mis en œuvre avec divers partenaires.

J'ai été secondé dans ce projet par Didier Maillard et Philippe Nicolon (LAREG) qui ont assuré le développement du réseau, du système d'analyse et de traitement ainsi que l'exploitation opérationnelle. Nous bénéficions de la coopération de plusieurs organismes sous diverses formes, notamment mise à dispositions de récepteurs ou fonctionnement :



- Centre National d'Études Spatiales (CNES)
- École Supérieure des Géomètres et Topographes (ESGT)
- Geosciences Azur (CNRS)
- Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)
- Météo France
- Observatoire de la Côte d'Azur (OCA)
- Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM)

Un comité de pilotage a été établi afin de proposer les orientations les plus fructueuses de cette expérience et d'en suivre l'avancement et les résultats.

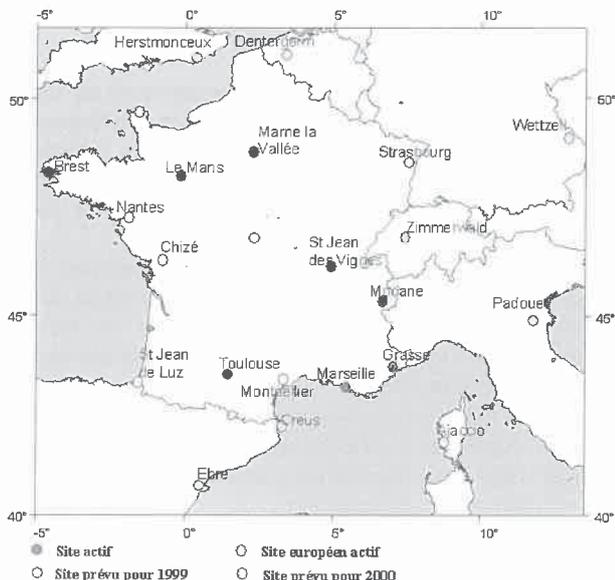
LE RÉSEAU

Il consiste en un ensemble de stations GPS permanentes couvrant d'ensemble de la France métropolitaine. L'acquisition, l'installation et le fonctionnement des stations sont le résultat d'une coopération entre plusieurs organismes. Une des spécifications est de rassembler les divers types courants de matériels adaptés (Osborne, Trimble, Ashtech, Leica, Novatel...) en essayant d'avoir au moins deux récepteurs de chaque type. Cette contrainte vise en particulier à évaluer les performances de chaque type ainsi que leur compatibilité. L'état actuel du réseau est présenté dans le tableau ci dessous, ainsi que sur la carte.

Nom	Code	Type	Propriétaire	Opérateur	Depuis
Grasse	GRAS	TurboRogue	CNES	OCA	jan 98#
Toulouse	TOUL	TurboRogue	CNES	CNES	jan 98#
St Jean des Vignes	SJDV	Ashtech	REGAL	REGAL	jan 98#
Modane	MODN	Ashtech	REGAL	REGAL	nov 98
Marseille	MARS	Trimble	IGN	IGN	août 98
Marne la Vallée	MLVL	France GPS	IGN	IGN	mars 98
Le Mans	MANS	Leica	ESGT	ESGT	avril 98
Brest	BRST	Trimble	IGN	SHOM	nov 98

Date de début de l'expérience RGP.

D'autres stations sont en cours d'étude : Nantes, Chizé, Ajaccio, Montpellier, St Jean de Luz, Strasbourg, réseau des Phares et Balises...



COLLECTE, ANALYSE ET DIFFUSION DES DONNÉES

Les données GPS sont collectées et converties en fichiers RINEX, puis archivées dans un serveur établi au LAREG à Marne-la-Vallée pour cette expérience. L'ensemble des informations relatives à l'expérience pilote RGP est d'ailleurs accessible sur un site Internet dont la homepage est :

<http://lareg.ensg.ign.fr/RGP>

Dans la configuration standard adoptée actuellement pour l'ensemble des stations et qui est conforme aux normes du Service GPS International (IGS), les données sont les mesures de pseudodistance et phase sur les deux fréquences L1 et L2 échantillonnées toutes les 30 secondes et découpées en lots de 24 h, disponibles au plus 24 h après sur le serveur. Ces données sont également mises à la disposition de l'IGS et du réseau GPS permanent européen mis en œuvre par la sous-commission EUREF de l'Association Internationale de Géodésie. On notera que les données des stations retenues dans le réseau global IGS se retrouvent également dans le centre global IGS situé au LAREG.

Les informations auxiliaires (descriptions, rattachements) sont collectées au LAREG selon les spécifications en vigueur et diffusées également dans le serveur.

Un accent particulier est mis sur la collecte de données sol météo de qualité. Cette action est conduite avec l'aide et l'expertise de Météo France.

Le LAREG réalise un traitement hebdomadaire du réseau, augmenté de quelques stations voisines (Dentergem, Herstmonceux, Zimmerwald,...). Le calcul est effectué avec le logiciel Bernese et les résultats rediffusés dans le serveur du LAREG. Nous extrayons de ce traitement la contribution de notre centre de calcul à la solution combinée européenne hebdomadaire établie par EUREF. Cette solution est elle-même envoyée à l'IGS dans le cadre du projet de densification régionale.

En plus du serveur Internet, une série de e-mails (RGP mail) est diffusée afin de donner des nouvelles du projet. En particulier, un bulletin hebdomadaire diffuse un ensemble d'informations sur la solution hebdomadaire. On peut s'abonner à RGP mail à travers le serveur, ainsi que consulter les messages anciens.

LA QUALITÉ DES RÉSULTATS DE POSITIONNEMENT

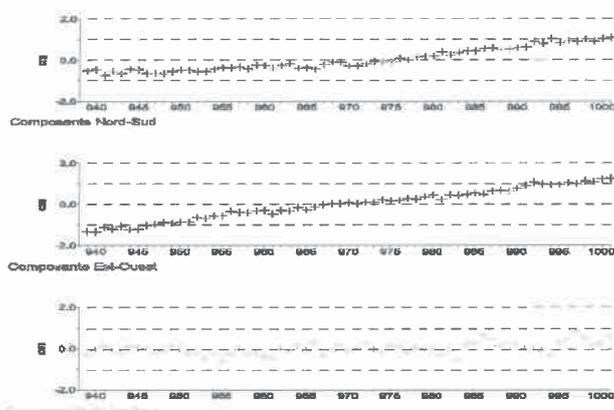
Le traitement réalisé permet en particulier de produire, avec un délai actuellement de deux semaines (disponibilité des éphémérides précises IGS), pour chaque station ayant effectué un ensemble correct de mesures pour la période considérée :

- une position (moyenne) journalière dans un système de référence aussi bien réalisé que possible (actuellement ITRF96, bientôt ITRF97) ;
- une position hebdomadaire dans les mêmes conditions ;

En mode standard, la qualité estimée est de 3 mm (un sigma) en planimétrie et 6 mm en altimétrie.

Le graphique ci-joint montre la série hebdomadaire de la station de Grasse.

Grasse : GRAS 10002M006



LES PROJETS PILOTE D'UTILISATION

L'objectif essentiel de cette expérience pilote était de stimuler les applications possibles d'un tel réseau. Trois projets ont fait jusqu'à présent l'objet de discussions et de travaux. Voici leur état d'avancement.

a) utilisation topographique des mesures de phase

Cet applicatif est certainement l'enjeu majeur de la géodésie et de la topographie de précision. Il couvre le positionnement statique ou cinématique, en temps réel ou en temps différé. Il pose de multiples problèmes d'organisation, de recherche (levés d'ambiguïtés à longue distance...). Si certaines utilisations généralement non connues de nous ont pu être faites des données GPS en accès libre sur le serveur, on peut néanmoins constater le peu de progrès faits pour exploiter ces données et donc l'urgence absolue à mettre sur cet axe. Nous y revenons dans la suite du texte.

b) corrections DGPS métriques

Cet applicatif a fait l'objet de multiples discussions mais aussi d'évolutions opérationnelles depuis les débuts de l'expérience. Nous ne l'aborderons pas ici en détail car il mérite un article à lui seul, notamment pour bien faire comprendre les aspects techniques ainsi que les enjeux. Une action de recherche est actuellement en cours sous la conduite du LCPC, à laquelle nous collaborons. Je me contenterai ici de rappeler quelques points généraux sur le DGPS :

– si cette technique fut initialement prise en considération pour la navigation aérienne et maritime, la communauté terrestre devient très réceptive, notamment pour les transports (actions au sein de la DRAST et du PREDIT) et les SIG

– le DGPS couvre un ensemble de techniques dans lesquelles la fonction télécommunication devient prépondérante. En effet la qualité de la correction dépend en particulier de sa fraîcheur et de la distance entre la station génératrice et l'utilisateur. Plusieurs solutions de télécommunication sont en usage opérationnel ou développement : radio, RDS, GSM, satellites télécom, EGNOS...

c) profils troposphériques

Cette étude est prise en compte par Météo France. Météo France est en train d'équiper le réseau de lots météo de haute précision (Vaisala). St Jean des Vignes est équipé et Brest le sera bientôt. Des actions se développent également dans le cadre européen (action COST). Là encore, ce sujet mérite un article en soi.

NOUVELLES ORIENTATIONS À L'IGN

L'IGN a décidé, suivant les recommandations du CNIG, de proposer de nouveaux produits et services issus de cette expérience, qui compléteront les équipements géodésiques de base du territoire national dont il a la charge.

Ces nouveaux produits font actuellement l'objet d'une étude détaillée. Nous donnons néanmoins ici les principales orientations à titre d'information :

Diffusion de données GPS collectées par le réseau

Le premier produit offert est l'accès à des fichiers RINEX de mesures GPS collectées par des stations. Les fichiers actuellement constitués seront mis à disposition, mais une étude est en cours pour fournir également des fichiers avec un échantillonnage plus élevé (5 ou 1 seconde) et dans un délai plus court (fichiers horaires par exemple).

L'intérêt de tels produits dépend donc essentiellement des besoins des utilisateurs et de leur capacité de traitement. Des études complémentaires devront prochainement mieux définir ces produits, en particulier la densité souhaitable du réseau de collecte.

Enfin, l'étude d'une diffusion en temps réel de ces informations doit être entreprise, notamment pour certaines applications en levés cinématiques de haute précision (par exemple guidage d'engins de chantier). Avec un tel service, le réseau deviendra un véritable réseau actif à la disposition des communautés d'utilisateurs intéressés.

Corrections DGPS

Il est également décidé de générer par certaines des stations du réseau des corrections DGPS au format RTCM104 et de les rendre accessibles par divers modes de diffusion. Dès à présent les modes radio et RDS sont à l'étude en partenariat avec divers organismes (Phares et Balises, LCPC et divers opérateurs). On peut donc espérer que le territoire sera très prochainement couvert par de telles corrections (y compris DOM).

Néanmoins, nous regardons sérieusement l'impact des méthodes spatiales en ce domaine, en particulier EGNOS. Ces méthodes risquent fort de faire évoluer à relativement court terme notre stratégie en ce domaine.

Détermination ultraprécise des positions des stations du réseau

Le processus de traitement expérimental sera maintenu et étendu. Il va ainsi offrir un ensemble de services pour la communauté :

– nouvelle réalisation primaire de la référence géodésique nationale, densification des réalisations européennes (EUREF) et mondiales (ITRF/IGS)

– surveillance des variations fines de positions avec de multiples applications scientifiques ou techniques (géophysique, marégraphes, subsidences...). **Une partie des stations du RGP font d'ailleurs partie du projet REGAL (voir XYZ n°77 p.42) qui est une application géophysique particulière de mesures continues de mouvements du sol dans la région alpine.**

Enfin, il est envisagé d'offrir un service de détermination précise de position dans la même référence géodésique. Il suffira de recevoir un fichier de données GPS qui sera traité dans le processus opérationnel. La qualité du résultat dépendra de certains paramètres (type de récepteur et d'antenne, durée des observations en particulier). On peut néanmoins estimer qu'une précision centimétrique sera atteinte. Des spécifications sur ce service seront bientôt disponibles.

Les applications en sont multiples. Citons à titre d'exemple deux cas typiques :

– mise en référence nationale d'une campagne GPS locale (il suffit d'envoyer les mesures d'au minimum une station au service) ;

– mise en référence d'une station de référence locale utilisée en RTK, dont un nombre croissant apparaît en France (communautés urbaines, levés bathymétriques, aéroports...).

CONCLUSIONS

Ce projet doit donc permettre de moderniser les services de base offerts en géodésie et de stimuler et harmoniser les utilisations de plus en plus nombreuses de GPS ainsi que d'autres systèmes de ce type. Il est particulièrement important que la communauté topographique française soit active en ce domaine. C'est certainement son intérêt sur un plan technico-économique, c'est aussi celui de l'État dans le cadre des développements envisagés de systèmes futurs, notamment le projet européen Galileo (ex GNSS-2).



**Piquet
verrou,
accrochez
vous !**

NOUVEAU



PIQUET-VERROU, A LA POINTE DE LA RESISTANCE !

Le nouveau piquet-verrou d'Eurobornes allie performance et efficacité, deux qualités que vous retrouverez dans tous les services de la société :

- les études techniques sur-mesure
- la livraison de votre commande dans les meilleurs délais, par nos soins ou par transporteur,
- des conditions de paiement exceptionnelles.

Notre produit vous intéresse,
Renseignez-vous !

**100%
GARANTI**
Si votre produit
est défectueux,
Eurobornes s'engage
à le remplacer.

web:<http://www.eurobornes.com>

EUROBORNES
L'imagination-service

email:eurobornes@eurobornes.com

Alpage

SAINT-SIXT, BP 122. 74804 LA ROCHE-SUR-FORON Cedex. Tél. 04.50.25.81.32 - Fax 04.50.03.33.71.