

La Lettre des Groupes Professionnels Arts & Métiers Informatique & Télécoms

Editorial

Dans le dernier quart du XX^{ième} siècle, la téléphonie mobile et le GPS constituent probablement les deux réalisations techniques qui ont le mieux illustré la synergie réussie des télécoms et de l'informatique.

Mais le GPS, bien sur moins répandu, reste largement méconnu à la fois en ce qui concerne son fonctionnement complexe, son infrastructure, ses faiblesses, son évolution et ses potentialités d'application.

Chacun sait dire que derrière le GPS il y a des satellites (combien ?), une infrastructure terrestre (quel est son rôle exact ?). Les plus avertis ont entendu parler d'un système russe équivalent dans ses spécifications au système américain, hérité de l'ex Union Soviétique, mais dans quel état aujourd'hui?

Le "pilotage exclusivement américain" de ce système, avec la possibilité en cas de nécessité d'en orienter l'usage à des fins uniquement militaires, met les autres pays en situation de dépendance totale.

Or les applications civiles déjà très nombreuses augmentent en quantité et en valeur économique de façon exponentielle. Une alternative au GPS américain est donc toute à la fois légitime et souhaitable. Le projet européen GALILEO porte ces espoirs.

Les ingénieurs et les scientifiques européens au premier rang desquels se comptent beaucoup de français ont su jeter les bases de ce futur système. Mais il reste beaucoup de problèmes techniques à résoudre et de difficultés de tous ordres à surmonter.

La lente construction de l'Europe élargie constitue peut-être un atout à terme, mais est aujourd'hui un frein, voire un handicap, chaque pays souhaitant contribuer à la hauteur de ses capacités... ou de ses exigences.

Les trois talentueux conférenciers de ce soir ont su nous entraîner dans cette saga aux aspects tour à tour scientifiques, techniques, géostratégiques, industriels et bien entendu politiques.

Tard dans la soirée, après la fin du cocktail de clôture, ils étaient encore assaillis de mille questions qui donnaient la mesure de leur réussite.

Introduction

Le GPS (Global Positioning System), développé et géré par l'armée américaine, a depuis plusieurs années été ouvert pour des applications civiles.

Pour palier les insuffisances du GPS et notamment l'absence d'intégrité, et pour répondre aux exigences des applications pour lesquelles la sécurité des personnes et des biens est essentielle, des compléments au GPS sont nécessaires.

Dans cette optique, divers programmes ont été lancés de par le monde (WAAS aux Etats Unis, MSAS au Japon) et en particulier en Europe ; en l'espèce il s'agit des programmes EGNOS et GALILEO.

Ces deux derniers systèmes doivent assurer à l'Europe une indépendance et une souveraineté, tant en matière de défense qu'au niveau des applications civiles à venir.

Toutefois, ces démarches ne peuvent être dissociées d'une réelle volonté de coopération mutuelle entre tous les acteurs maîtrisant ces technologies.

Sont intervenus sur le sujet, au cours de la conférence du 21 janvier 2004 à l'hôtel d'Iéna :

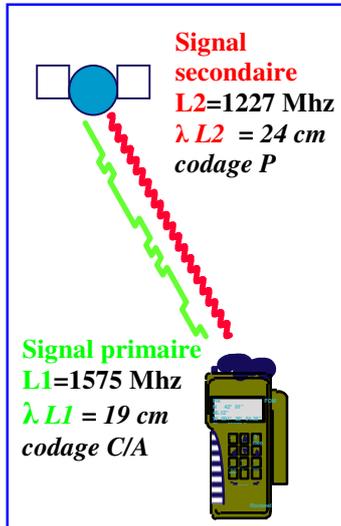
- *Jean-Pierre BARBOUX,
Business Development Director de THALES
NAVIGATION*
- *Bernard MATHIEU,
Directeur des Programmes de
Radiocommunication au Centre National
d'Etudes Spatiales (CNES)*
- *Roger PAGNY,
Responsable du projet GALILEO pour la France
au Ministère de l'Equipement et des Transports*

Une manifestation co-organisée par les Groupes Professionnels informatique des Arts et Métiers, des Mines et de l'A.I.T. Bretagne.

LE GPS ET SES COMPLEMENTS : COMMENT ET POUR QUOI FAIRE ?

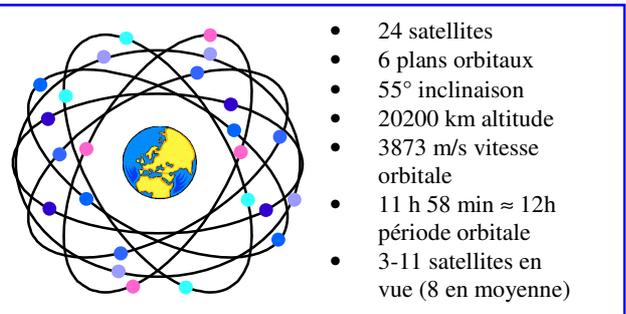
Principes de fonctionnement du GPS

Le GPS (Global Positioning System) est un système de localisation par satellite mis en place par les Etats-Unis (département de la défense). La constellation GPS comporte 24 satellites en rotation circulaire autour de la Terre et répartis sur six plans d'orbite différents (quatre satellites par plan, séparés par la même distance).



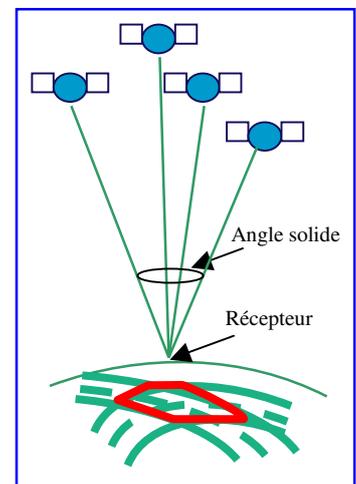
dans un angle solide trop restreint (chevauchement des ondes) ou trop large (perturbation du signal lors de sa traversé de l'ionosphère, hautement chargée en particules ionisées, et de la troposphère chargée en vapeur d'eau).

Mais les erreurs inhérentes au système GPS ont encore d'autres causes : incertitude relative à l'orbite exacte des satellites, qualité du récepteur utilisé, et perturbations causées par le relief environnant (réflexions d'ondes). Mais surtout la configuration des satellites est telle qu'elle ne permet pas une couverture intégrale de la planète à chaque instant : dans 5% des cas la mesure de positionnement n'est possible qu'avec trois satellites et la panne de l'un d'entre eux n'est pas un incident rare.



Les satellites émettent simultanément deux ondes radio délivrées par des horloges atomiques de haute précision sur une fréquence fondamentale de 10,23 MHz. En multipliant cette fréquence par 154 ou 120 on élabore deux fréquences L1 et L2, d'une valeur respective de 1575,42 MHz et de 1227,60 MHz. L1 est modulée par des codes C/A (Coarse Acquisition, acquisition grossière, pour les utilisateurs civils), alors que L2 est modulée par des codes P (précis). Cette dernière fréquence étant réservée exclusivement à l'armée américaine, l'exploitation parallèle de L1 et de L2 par cette dernière lui assure une plus grande précision de mesure (de l'ordre de 5 mètres contre plusieurs dizaines de mètres pour le civil).

Un récepteur GPS permet d'accéder à deux données : la position du récepteur dans l'espace et l'instant auquel la mesure est faite (x, y, z, t). Aussi, pour déterminer ces quatre inconnues, quatre équations au moins sont nécessaires, données par autant de satellites (plus leur nombre est élevé plus la mesure est précise). De plus ces émetteurs ne doivent pas se situer

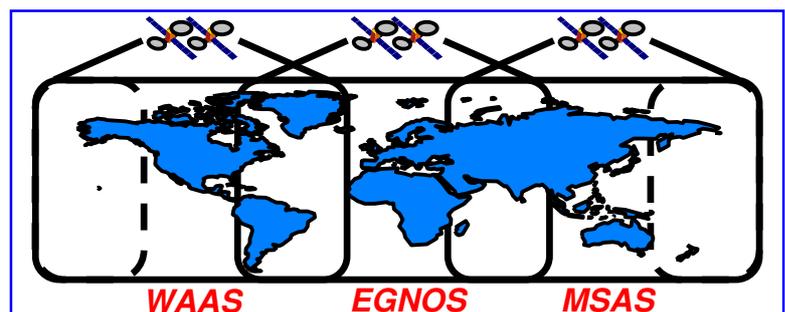


Amélioration des performances du GPS : WAAS, EGNOS et MSAS

Testé depuis février 2000 et opérationnel courant avril 2004, le système EGNOS (European GeostationNary Overlay System) va permettre d'affiner les données fournies par la constellation GPS. Il se compose de plusieurs stations au sol réparties dans toute l'Europe et de trois satellites géostationnaires, et permet de corriger les écarts de mesure de la position.

La technique utilisée, dite de correction différentielle, permet de ramener l'incertitude à une dizaine de mètres environ : deux récepteurs proches géographiquement l'un de l'autre subissant les mêmes erreurs, et connaissant la localisation exacte des stations, il est possible de déterminer le décalage en x, y et z d'une mesure. Cette erreur à un moment t étant connue, on peut appliquer ces corrections à un récepteur mobile sur le terrain à ce même instant.

Remarquons que deux autres systèmes de ce type existent déjà : WAAS aux Etats-Unis et MSAS au Japon, la précision supplémentaire obtenue profitant principalement à l'aéronautique, à la marine et au transport routier.



GALILEO, LE SYSTEME GPS EUROPEEN : POURQUOI, QUAND, COMMENT ?

GALILEO : un système complémentaire au GPS

Les pays de l'Union Européenne ne peuvent plus se permettre de dépendre d'un système entièrement contrôlé par les américains pour assurer leur défense nationale. Initié en 1999 et lancé en juillet 2003, le programme GALILEO a par ailleurs été freiné dans un premier temps par des pressions diplomatiques américaines. Toutefois, le système devrait être pleinement opérationnel dès 2008.

Aujourd'hui l'utilisation civile de la constellation GPS est gratuite, ce qui contente de nombreux utilisateurs privés. Mais l'utilisation de ce service par des professionnels pose de nombreux problèmes, car cette même gratuité n'entraîne en retour aucune garantie de fonctionnement, tant au niveau de la précision qu'en ce qui concerne la disponibilité du signal (qui est parfois dégradée de manière volontaire et sans préavis). La fiabilité du signal ne permet pas aujourd'hui de se contenter du GPS comme unique moyen de navigation.

Financé conjointement dans la phase de conception et de développement par la Commission européenne (50%) et par l'Agence Spatiale Européenne (50%), le programme GALILEO s'appuie sur une constellation de trente satellites contrôlés par des stations terrestres. Le doublement du nombre total de satellites dédiés à la navigation par satellite assurera une disponibilité du signal quasi parfaite (99,8% en moyenne) aussi bien en ville que dans les régions désertiques. Il comportera également un « message d'intégrité » informant immédiatement l'utilisateur des erreurs qui pourront survenir, et comprendra les garanties juridiques de fonctionnement exigées par les professionnels, en particulier en matière de responsabilité contractuelle (par le biais d'une utilisation payante).

Le « GPS russe » : GLONASS

La Russie est elle aussi dotée d'un système équivalent au GPS, GLONASS, qui présente toutefois de singulières différences :

- les 24 satellites sont répartis dans trois plans au lieu de six ce qui permet une réorganisation plus facile de la constellation en cas de panne de l'un des satellite.

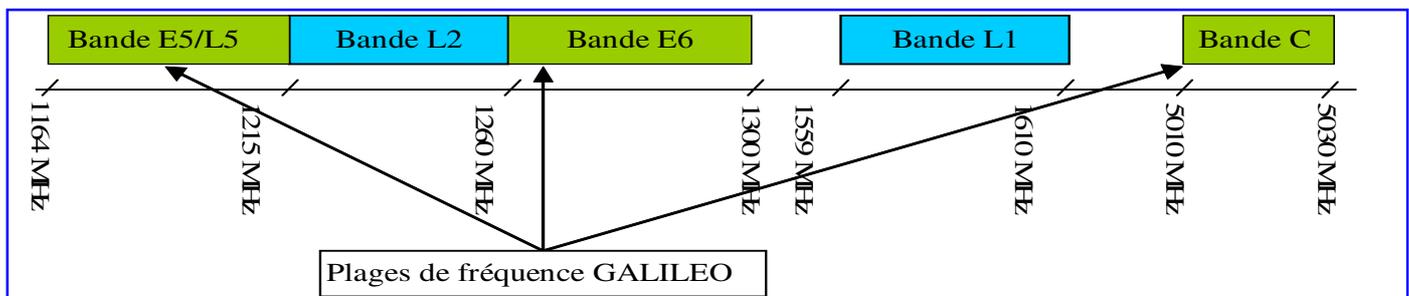
- chaque satellite possédant sa propre fréquence, la résistance au brouillage est bien plus grande.

- les satellites passant plus au nord, la couverture dans les deux régions polaires est meilleure.

Mais pour des raisons budgétaires, seuls sept de ces satellites sont encore opérationnels, et GLONASS n'a pas suscité de réelles applications civiles.

Caractéristiques du signal émis par GALILEO

Les satellites de GALILEO émettront dix signaux différents, répartis sur trois bandes de fréquence :



- 2 signaux de base sur 1 fréquence : le service « Ouvert » ; il est destiné aux utilisateurs privés : randonneurs, amateurs de voile, parapentistes etc.

- 2 signaux cryptés sur 1 fréquence spécifique au « Service Commercial » ; il fournira une base de temps extrêmement précise en particulier pour permettre la datation des transactions financières.

- 4 signaux ouverts sur 2 fréquences avec données d'intégrité spécifiques au « Service Sauvegarde à la vie humaine » (Save and Rescue et Safety of life) ; policiers, pompiers, services de secours bénéficieront de GALILEO pour des interventions plus rapides.

- 2 signaux cryptés sur 2 fréquences, spécifiques au « Service Gouvernemental » (Public Regulated Service).

Des récepteurs qui améliorent les performances

Les appareils récepteurs ne se contentent pas de fournir les données x, y, z et t à l'utilisateur ; ils retranscrivent le point sur la carte correspondante conservée en mémoire, ils indiquent la vitesse de déplacement (la mise en mouvement crée un effet Doppler avec les ondes des satellites, d'où le calcul de la vitesse), ils fonctionnent sous les tunnels (récepteur muni de trois accéléromètres, ou d'un gyroscope et d'un odomètre) ; des voies de recherche existent en particulier pour permettre la localisation à l'intérieur même des bâtiments par l'utilisation de répéteurs, de pseudolites, de bandes ultra larges (UWB), de capteurs autonomes, etc.

QUEL AVENIR POUR GALILEO, GPS ET GLONASS ?

Des perspectives économiques intéressantes...

Dans un futur proche, nous serons en mesure de capter les signaux à l'intérieur même des bâtiments, de sorte qu'un simple récepteur intégré à un téléphone portable permettra aux secours de localiser en temps réel la provenance de l'appel. De même les avions pourront atterrir sans l'intervention du pilote, la gestion des conditions de circulation se fera en temps réel, le paiement des péages autoroutiers se fera automatiquement...il pourrait même en être de même pour les contraventions en cas d'excès de vitesse. Autant de marchés aux applications innombrables, tant il est vrai que GPS, GALILEO et GLONASS ne sont pas saturables par le nombre d'utilisateurs.



Satellites de la constellation GPS

Afin que l'Europe puisse jouir du droit d'utilisation des fréquences qu'elle a réservé, au moins deux satellites doivent être opérationnels d'ici à juin 2006 (cet objectif devrait être atteint, malgré le retard pris). Si tout va pour le mieux, l'ensemble des satellites d'EGNOS seront déployés en 2008 et pourront alors émettre jusqu'en 2027. Le coût total du projet – de l'ordre de quatre milliards d'Euros – est « symbolique » si on le compare aux retombées que générera le programme (estimées à deux cent milliards d'Euros en 2020).

Les perspectives commerciales sont grandes, et l'Europe devra composer avec d'autres pays bien décidés à profiter de cette manne économique : actuellement les Etats-Unis et la Russie modernisent leurs dispositifs respectifs, tandis que la Chine et l'Inde affichent leurs ambitions.

Pour en savoir plus

Site de l'Agence Spaciale Européenne :
www.esa.int/export/esaSA/navigation.html

Site de l'Union Européenne :
http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/

Site de GALILEO Joint Understanding, l'entreprise commune regroupant tous les acteurs économiques liés au projet :
www.galileoju.com (en anglais)

Un système de positionnement GALILEO
Un enjeu stratégique scientifique technique

Un livre co-édité par l'Académie de marine, le Bureau des longitudes et l'Académie de l'air et de l'espace.

La nouvelle génération de navigation par satellite
EGNOS et GALILEO au service des transports

Un livre co-édité par la Revue technique de l'Institut français de navigation (trimestrielle volume 51 numéro 203 Juillet 2003)

Prochaines dates

✓ **Identité, confiance, sécurité dans le monde numérique et de l'Internet (suite du sommet mondial de la société de l'information de Genève)**

le jeudi 12 février 2004 à 18:15 - Mines informatique (Ecole des Mines - 60 Boulevard Saint Michel - 75006 Paris)

Organisateurs : Mines informatique
Arts et Métiers, ENSTB, EDHEC, E M Lyon, avec
CECUA, Euroline, ISOC en partenariat avec
l'AFNIC, le CIGREF et le MEDEF

Services



L'AMJE est la Junior Entreprise ® de l'ENSAM. Elle réalise pour vous des missions dans des domaines aussi variés que la conception, le génie industriel, la fabrication ou le génie informatique.

<http://www.amje.net>

Société des Anciens Elèves de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

Groupe Professionnel Informatique & Télécoms

Tél : 01 40 69 27 00 9, bis avenue d'Iéna
Fax : 01 47 20 58 4875783 Paris Cedex 16
E-Mail : mondam@arts-et-metiers.asso.fr
Site : <http://gp09.gadz.org>



Edité par AMJE (Arts et Métiers Junior Etudes)