

L'avenir en géolocalisation

L'association rennaise *Meito* organisait un débat autour des applications futures des systèmes de géolocalisation disponibles en Europe : GPS, GSM, Galileo, etc. L'occasion de faire le point sur la situation actuelle.

© ESA

Petit à petit, projet mûrit. C'est du moins ce qu'on pourrait se dire de *Galileo*. Il faut dire que, tombé de Charybde en Scylla, le futur système européen se remet péniblement d'un début de grossesse difficile. Et même si, officiellement, la Commission européenne se tient toujours à l'échéance de 2008, de plus en plus d'observateurs et de parties-prenantes reconnaissent sous le manteau que le calendrier devrait au minimum être différé de deux ans. 2010 marquerait alors le véritable début de la période d'exploitation. En revanche, deux satellites expérimentaux seront impérativement lancés dans le courant 2005/2006, faute de quoi l'Europe s'exposerait à renoncer à la priorité d'usage des bandes radioélectriques qui lui a été accordée par l'UIT pour *Galileo*. Ils serviront aux premiers tests.

Dans ce contexte mitigé s'est créé le Centre Européen des Applications de la Navigation par Satellite, basé à Toulouse, pour

constituer une base d'expertise et d'aide aux entreprises qui décideront de développer des produits mettant en œuvre le système *Galileo* autour de l'information géographique. Si la capitale occitane était jusqu'ici connue pour ses activités aéronautiques et spatiales, elle veut désormais développer un pôle de compétence en électronique embarquée liée à la géolocalisation. Une idée née du constat que l'arrivée de *Galileo* devrait entraîner la création de plus de 140 000 emplois dans les activités dérivées, soit beaucoup plus que la téléphonie mobile.

Quelques rappels

Rappelons que le projet *Galileo* comporte une constellation de 27 satellites, dont 24 opérationnels. Si le principal moteur du projet est le désir d'indépendance vis-à-vis du GPS (contrôlé par l'armée américaine) et l'acquisition en propre des technologies liées

aux systèmes de géolocalisation, *Galileo* pallie également plusieurs défauts inhérents au GPS, comme par exemple l'absence de signal d'intégrité (impossible de savoir rapidement si un satellite fonctionne correctement ou non), une mauvaise couverture des régions hyperboréennes ou encore un signal manquant de précision pour les services de recherche. Le système européen proposera donc plusieurs niveaux de services, allant de la gratuité pour le grand public avec une précision oligométrique à des signaux cryptés durcis destinés essentiellement aux forces de police et aux armées (même si *Galileo* reste un projet civil). Le coût annuel du système est évalué à 220 millions d'euros.

Beaucoup d'applications sont susceptibles d'utiliser *Galileo*, principalement dans le domaine des transports (raison pour laquelle le projet est piloté par les ministres européens des transports et le commissaire

européen chargé de ce dossier). En effet, si la navigation aérienne n'utilise pas le GPS comme moyen primaire de guidage, l'ensemble *Galileo/GPS* devrait être reconnu par l'aviation civile comme suffisant pour assurer un service fiable, y compris dans le domaine militaire du guidage des drones et des missiles. Sur le plancher des vaches, si la route (services de gestion de flotte, urgence et assistance aux véhicules, localisation des voitures volées, exploitation des transports en commun, etc.) se taille la part du lion, le rail (gestion des croisements sur voie unique, flux des wagons de fret) et la marine (zones de pêche, suivi des navires « poubelles », navigation continentale) – cette dernière d'autant que *Galileo* devrait également fournir un service de détresse avec accusé de réception – sont également intéressés par les possibilités de la nouvelle constellation. Les autres applications, outre les *LBS*, *Location Based Services* (recherche des points d'intérêt voisins, etc.), incluent évidemment les loisirs (randonnées, etc.) mais aussi l'agriculture de précision, l'exploitation forestière, les travaux publics, les mines, la voirie. Enfin, inversement, un récepteur géolocalisé avec précision et immobile constitue une source de temps considérée comme primaire (elle est synchronisée avec les horloges atomiques embarquées à bord des satellites) : le débat fait déjà rage pour savoir lequel du *GPS* ou de *Galileo* constitueront la future référence mondiale de temps (au-delà du standard scientifique UTC).

Le centre de Toulouse pourrait ainsi promouvoir les utilisations de la constellation européenne dans un nombre très varié de domaines : cartographie (y compris le calcul des zones de couverture des satellites), chantiers publics, *LBS*, applications scientifiques (mesure de la hauteur des océans, remembrement, suivi de la dérive des continents, de la hauteur des glaciers, etc.) plus des aspects de formation et des aspects divers moins liés à l'information géographique (économie, juridique...).

Cependant, avant même le lancement de *Galileo*, plusieurs systèmes baptisés *augmentations* permettent ou permettront d'améliorer la précision et la fiabilité du GPS (il s'agit des satellites quasi-géostationnaires *WAAS* et *Egnos* pour les régions américaines et européennes) en vue de leur utilisation dans des applications critiques. *Egnos* est en phase de validation. Il bénéficiera de trois stations d'écoute sol, pour une disponibilité supérieure à 99 %.

Des applications maritimes critiques

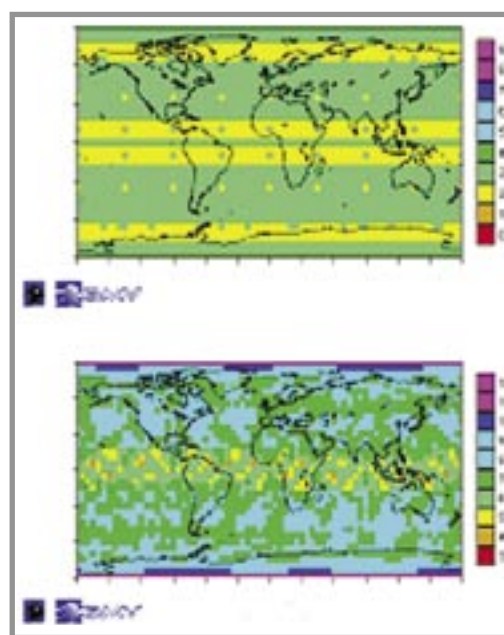
Galileo devrait rajouter une sécurité importante au signal GPS. Un avantage particulièrement décisif dans le domaine marin, où certains chenaux doivent être suivis au mètre près. Or, particulièrement dans les ports où les obstacles métalliques sont nombreux, la réception d'un signal GPS clair est parfois difficile. Or, le guidage assisté est devenu quasiment indispensable dans les conditions météo difficiles, mauvais temps ou brouillard. Avec *Galileo*, il deviendra possible de réaliser des systèmes d'accostage automatique fiables, voire des systèmes de supervision automatique du trafic sur des zones à forte densité, comme la Manche.

En outre, le système d'alerte bénéficiera de la précision de la constellation, contrairement au système *Cospas-Sarsat* en vigueur à l'heure actuelle, dont la précision n'est que de quelques kilomètres. Autre progrès important, la délivrance d'un signal d'acquiescement, informant le navire en détresse de la prise en compte de son appel.

Mais la constellation ouvrira toute une panoplie d'application de surveillance : les bouées pourront être équipées d'un récepteur et détecter d'elles-mêmes une éventuelle dérive ; idem pour le mouvement des plates-formes pétrolières, y compris la détection d'un éventuel enfoncement. La pose des câbles sous-marins, les

relevés hydrographiques en tout genre, ainsi que les opérations de dragage et de maintenance dans les zones portuaires devraient être significativement facilitées.

Une technique de mesure de haute précision, basée sur la phase de la porteuse, devrait permettre de repérer des micro-mouvements ou bien des déformations dans les structures métalliques des coques ou des échafaudages. Le but est de prévenir toute rupture catastrophique par une surveillance en continu.



Avec *Galileo*, le nombre moyen de satellites visibles ($h > 30^\circ$) devrait passer, en France, de 3 à 7.

Le secteur de la pêche en général, grâce à un meilleur suivi des ressources et de contrôle des filers, pourra aussi bénéficier du système européen. Enfin, les applications scientifiques, comme le suivi de la topographie des côtes, ainsi que le pistage des sources de pollution, des épaves flottantes ou de l'intégrité des dispositifs de protection y trouveront aussi leur compte.

Des solutions pour l'intérieur

Si les systèmes de géolocalisation par satellites sont particulièrement performants en extérieur (sauf dans les milieux urbains denses), ils perdent toute efficacité en sous-sol ou à l'intérieur

des bâtiments. Avec comme résultat que les récepteurs deviennent inopérants. D'où la nécessité de trouver des solutions relais.

triques, etc.) favorise les « multi-trajets », donc une réception de signal entachée de multiples échos. Localiser avec précision

signal de radiolocalisation par plusieurs dispositifs émetteurs (MIMO), soit l'utilisation d'un signal de type impulsif, c'est-à-dire occupant une bande passante très large avec des niveaux de puissance faible. Un futur standard actuellement en cours de normalisation par l'IEEE (802.15.4a) prévoit un service de localisation en intérieur ayant les caractéristiques suivantes :

- Quelques points de référence ont une position connue (par GPS ou autres) ;
- Les multiples autres émetteurs (réseau de haute densité) apprennent leur position progressivement en écoutant leurs voisins ;
- Connectivité partielle ;
- Réseau à bas débit, très bas coût, très basse consommation.

La performance intrinsèque de ces systèmes pourrait être améliorée par des techniques de suivi intelligent, comparable à ceux qu'emploient les systèmes de guidage des voitures (interpolation grâce à la vitesse ou à une carte).



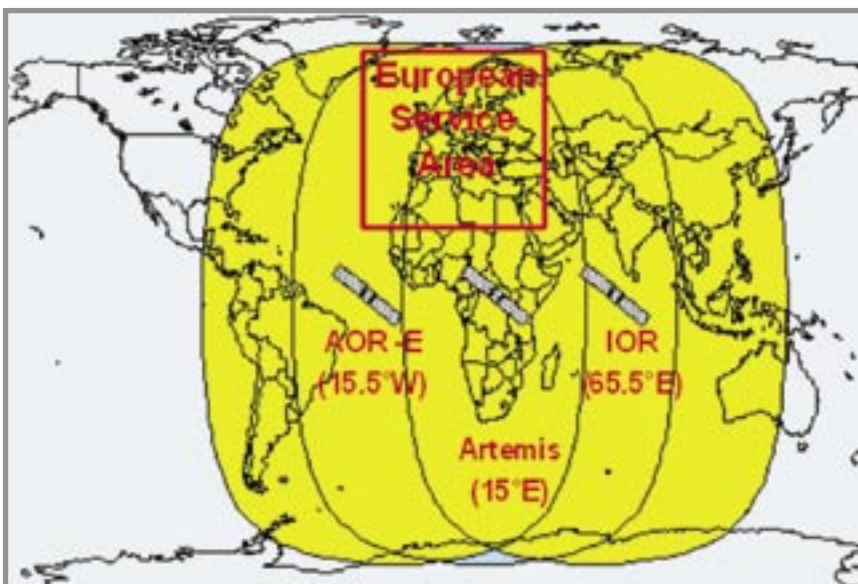
Celles-ci doivent nécessairement passer par la présence de sources internes, donc de petits émetteurs radio locaux : la

un mobile dans un immeuble est donc une tâche au mieux malaisée. Plusieurs solutions existent : soit dans la simulation

Positionnement par géo-localisation téléphonique

L'éventuel manque de couverture ou de signal pourrait également être résolu, en extérieur, par l'appui sur un système de géolocalisation à base de technologie cellulaire. En effet, là où le système GNSS (satellite) est le plus performant, le système cellulaire l'est moins (avec parfois des cellules de l'ordre d'une trentaine de kilomètres) et vice-versa. Le couplage des deux systèmes est de toute façon rendu obligatoire à moyen terme (2008) par la nécessité de pouvoir géolocaliser les appels d'urgence au numéro unique 112 – 3 % des appels d'urgence à l'heure actuelle ne peuvent pas être traités efficacement en raison de problèmes de géolocalisation.

Les problèmes juridiques inhérents n'ont toujours pas été vrai-



Avant Galileo, le satellite EGNOS devrait permettre de corriger les signaux GPS en Europe.

géolocalisation et les réseaux de communication sans-fil sont donc complémentaires.

Cependant, l'alternative n'est pas aussi simple, car l'environnement souvent difficile des intérieurs de bâtiments (meubles, parois, obstacles métalliques et diélec-

de l'environnement radioélectrique par des outils de CAO, soit par des modèles mathématiques simplifiés, soit encore par des mesures directes.

La solution la plus intéressante à l'heure actuelle consiste soit en l'émission simultanée d'un

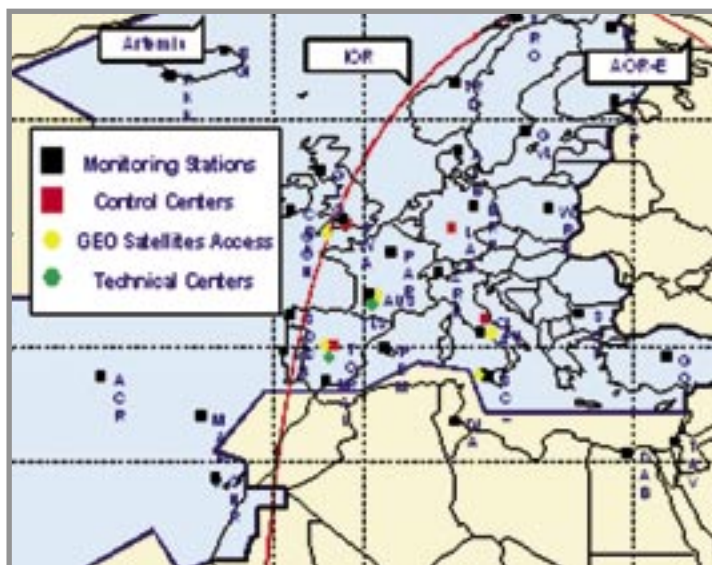
ment résolu (qui est propriétaire de l'information de géolocalisation, et à quoi doit-elle être délivrée, le cas échéant). En outre, qui doit fournir des services de géolocalisation quand le propriétaire d'un téléphone mobile sort de son pays ? Est-ce que l'opérateur tiers doit garder l'information, etc.

« *Quoi qu'il en soit, précise Franck Marti, directeur adjoint de la qualité chez Mitsubishi, l'apparition des services à valeur géographique ajoutée est intimement liée à leur devenir en tant que marché de masse. Au même titre que les SMS, qui ne sont devenus populaires qu'à la faveur d'une entente sur les prix et les échanges entre opérateurs. La technique actuelle mêle déjà aisément des récepteurs bibandes, voire multibandes, GPS 900 et 1800, UMTS, Bluetooth, il n'y a aucun problème technique majeur à rajouter le GSM et Galileo dans cet ensemble... Le marché potentiel est immense. En septembre 2004, on comptait 1,4 milliard d'abonnés au GSM : même un faible pourcentage de ceux-ci représenterait déjà une masse de clients non négligeable !* »

Les performances seront-elles suffisantes ?

Malgré tout, peut-on attendre du système Galileo qu'il constitue la panacée ? Certainement pas. De toute façon, comme le rappelle François Peyret, du laboratoire central des Ponts et Chaussées : « *Si les besoins réels des utilisateurs de transports sont tous connexes au positionnement, la connaissance seule de celui-ci n'a que peu d'utilité si elle n'est pas interprétée, traitée et comparée à celle présente sur une carte, une trajectoire, etc.* »

Ainsi, dans le domaine du transport terrestre, le succès des futurs systèmes de navigation intelligents dépendra avant tout de la réussite de l'intégration entre positionnement, communication et géomatique : ces trois piliers sont indissociables, si l'un demeure plus



Emplacement des bases de réception et de traitement d'EGNOS en Europe.

faible que les autres, il handicapera la totalité.

Or, si le GPS actuel, qui sera bientôt omniprésent dans tous les véhicules (vu le coût plus que marginal d'un récepteur comparé à celui d'un véhicule) s'est parfaitement bien intégré dans les systèmes de navigation, son application dans les systèmes de secours et de sécurité est loin d'être évidente. Car trois paramètres doivent être simultanément remplis pour être certain d'offrir un service de qualité : disponibilité, intégrité et précision. En milieu urbain, la disponibilité du GPS pur (4 satellites) ne dépasse pas 50 % du temps ; l'intégrité est très mauvaise, puisqu'il faut parfois plusieurs heures avant qu'un satellite défaillant soit mis hors-service. Quant à la précision, en milieu urbain, elle pâtit à la fois des zones d'ombres dues aux bâtiments, et des multi-trajets qu'engendrent les façades et obstacles.

Avec l'arrivée de Galileo, la disponibilité passera à 90 % en raison de la présence simultanée des satellites : si, à l'heure actuelle, au-dessus de la France il n'y a que 3 satellites GPS en moyenne atteignant une hauteur au moins égale à 30°, ce nombre devrait passer à 7 avec Galileo. L'intégrité devrait être bien meilleure, et la précision légèrement augmenter, même si la performance du système gratuit est sensiblement égale à celle du GPS.

Une amélioration, mais pas la panacée

Malgré cela, il y a de fortes chances que la disponibilité reste insuffisante, au moins en milieu urbain dense. Il faudra donc recourir à des substituts, comme le réseau UMTS, ou bien l'installation de « pseudolites », c'est-à-dire des stations émettrices au sol – à moins d'augmenter considérablement la sensibilité des récepteurs, ce qui pose d'autres problèmes comme la résistance aux brouillages.

L'intégrité devra, elle, faire également l'objet de mesures d'accompagnement, comme le développement d'algorithmes de verrouillage sur trajectoire ou l'hybridation avec d'autres capteurs comme des centrales inertielle ou des odomètres. Enfin, la précision, même si elle n'est pas essentielle dans un grand nombre d'applications, fera sûrement l'objet d'installation de service de diffusion de corrections, ou d'algorithmes spéciaux comme le traitement de la phase des signaux. ■

