

Le Projet GALILEO

Un système de navigation par satellite européen sûr
comme pendant au système militaire américain

Dans l'édition précédente de FOCUS nous avons traité de l'utilisation de satellites LEO pour obtenir un positionnement correct et, en particulier, des problèmes qui se présentent lors de mesures GPS à des fins sécuritaires comme le positionnement en sécurité d'un train.

Pour d'une part être indépendant du système militaire américain et d'autre part pouvoir l'utiliser dans des applications de sécurité comme la signalisation ferroviaire, la Commission Européenne a décidé de développer un système propre.

Le financement d'un tel système n'était pas chose facile mais maintenant des solutions sont en vue ainsi que des perspectives de réalisation.

Ci-dessous, nous traiterons de quelques aspects particulièrement innovants du futur système Galileo et principalement en quoi il se différencie du système GPS américain.

Le GPS déjà utilisé par les Chemins de fer.

L'utilisation du système GPS comme moyen de positionnement d'une locomotive ou de wagons est déjà bien connu de tous et déjà assez répandu dans les chemins de fer européens. Notre Direction Trains de la SNCB en fait déjà usage et près de 450 locomotives en sont équipées.

Comme cette méthode de suivi des locomotives et/ou des wagons n'est absolument pas une fonction de sécurité, une éventuelle imprécision ou un positionnement erroné n'est pas dramatique et ne risquera pas de provoquer un accident.

Le GPS comme fonction de sécurité.

Il en va tout autrement si on veut utiliser un système de positionnement par satellite pour des fonctions de sécurité comme la signalisation. Dans ce cas, la position due la locomotive ou du train doit pouvoir être déterminée avec une très grande précision pour respecter la norme stricte SIL-4 (Safety and Integrity norm Level 4 où seule une erreur est tolérée sur environ 10 milliard de mesures) et les mesures erronées doivent absolument être éliminées.

Le système GPS actuel ne peut donc pas satisfaire à ces exigences, c'est pourquoi l'Europe veut lancer un système de navigation par satellites, le projet Galileo, qui y satisfait et peut parer les inconvénients des systèmes GPS et Glonass.

Dans cet article, nous voulons brièvement en dire plus sur le projet européen Galileo.

Inconvénients des systèmes GPS et Glonass

Nous pouvons être brefs avec le système Glonass. Le système a été lancé par le GUS (Communauté des républiques soviétiques) mais, faute de moyens, n'a jamais fonctionné complètement ni correctement. De plus, il est, comme le GPS, un système avant tout militaire dont les civils peuvent faire usage.

Les inconvénients du système GPS

a) **Le système GPS est et reste un système militaire.** Il émet sur 2 fréquences dont une, exclusivement réservée aux militaires, contient des informations cryptées dans le code secret P. Les informations sur l'autre fréquence sont également cryptées mais le code est public et elles peuvent être reçues et utilisées à des fins civiles. Vu son caractère militaire, cette fréquence a également, au début, été sujette à perturbations qui ne permettaient pas de faire des mesures précises. Dans 95% des cas l'erreur de mesure était de l'ordre de 100 m.

Vu l'utilisation croissante du GPS à des fins civiles notamment par la navigation maritime et aérienne, il a été mis fin à ces perturbations depuis le 1^{er} mai 2000. La précision s'est, dès lors, améliorée à ± 15 m. dans 95% des cas. Il n'y a cependant aucune garantie que ces perturba-

tions, pour des raisons militaires, ne soient à nouveau introduites. D'autre part, l'utilisation du DGNSS (système différentiel global de navigation par satellite) permet d'obtenir, dans un rayon limité, des mesures très précises. Dans ce cas, on utilise un point dont on connaît les coordonnées exactes et on peut déterminer l'erreur du GPS qui sera utilisée pour corriger les autres mesures.

b) Le système GPS n'offre aucune garantie de service aux utilisateurs civils.

- **La disponibilité n'est pas garantie.** Aucun avertissement n'est prévu lorsqu'un satellite est mis hors service pour, par exemple, effectuer une mise à jour des programmes.

- **L'intégrité n'est pas garantie.** Aucun avertissement ne sera envoyé si un satellite émet des messages mauvais ou erronés. Le TTA (time to alarm) est d'au moins 15 à 30 minutes. Cela signifie que, pendant ce temps, on aura effectué des mesures erronées.

- La surveillance du bon fonctionnement s'opère au départ d'une station terrestre. Cela explique le temps nécessaire au contrôle des 24 satellites. Les satellites ne s'autocontrôlent pas.

- A cela s'ajoute que le signal disponible pour les civils n'est absolument pas affranchi des interférences avec d'autres émetteurs et qu'il est facilement perturbable.

Conclusion: aucun service n'est prévu. Ce système peut donc difficilement être utilisé pour des applications sécuritaires comme la signalisation.

Motivation du développement du projet Galileo

Les inconvénients cités ci-dessus et principalement le fait que le système GPS est difficilement utilisable pour des applications sécuritaires vu les manquements cités ont motivé l'Europe à développer son propre système de satellites civil Galileo qui outre le **positionnement** offre également un **service satisfaisant**. Entre-temps, il faut mentionner que l'on veut également moderniser le système GPS et remédier à quelques manquements mais il restera toujours un système militaire.

L'élimination de ces inconvénients se déroule en deux phases.

Une première phase, également appelée GNSS-1, consistait à développer à l'ESA (European Space Agency) un satellite géostationnaire EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service). Ce satellite est maintenant lancé et en service. Il est situé au dessus de l'Europe et émet des corrections qui sont captées dans 4 stations terrestres en Europe.

L'utilisation de ces données est payante mais il rend l'utilisation du GPS déjà beaucoup plus faible.

Deuxième étape: le lancement du système

Galileo: un système de positionnement constitué de 30 satellites avec lequel la couverture de l'Europe est spécialement visée.

La décision de principe de lancer un système fiable de satellites au dessus de l'Europe pour le positionnement est prise depuis longtemps mais, par manque de fonds, la décision n'a, pour le moment, pas pu être réalisée.

Les premières années étaient principalement consacrées à la définition du système. Une fois que la CE, l'ESA ainsi que les fabricants de service ou les futurs fournisseurs de services dont entre autres Bombardier Transportation pour l'utilisation dans le domaine ferroviaire parvinrent à un accord, la recherche auprès des financiers a démarré. Finalement, on parvint à une solution où la moitié du capital émanerait d'entreprises privées et où l'Europe elle-même apporterait l'autre moitié. A l'heure actuelle, la décision a progressé à un point tel qu'en 2006 le premier satellite sera lancé et qu'en 2008 le système sera opérationnel.

Ces satellites seront situés à une altitude d'environ 20.000 km et effectueront deux rotations par jour autour de la terre.

Ils émettront des signaux qui offriront trois niveaux de service.

Ils travailleront sur plusieurs fréquences pour réduire l'erreur ionosphérique.

Le rapport signal/bruit sera amélioré et les temps de calcul de la position pourront être réduits.

L'émission de données erronées sera immédiatement signalé et le TTA (time to alarm) ne sera plus que d'une seconde. **Le système Galileo**

offrira, grâce à cela, une disponibilité et une intégrité suffisantes pour qu'il puisse également être utilisé à des fins sécuritaires telles que la signalisation ferroviaire.

De plus, les satellites disposeront également d'une fonction de communication limitée. Cela signifie qu'à des endroits où le GSM ne fonctionne pas on pourra également utiliser ces satellites pour les communications.

Les différents niveaux de service.

Il y aura trois niveaux de services :

- le niveau OAS (Open Access Service) ;
- le niveau CAS 1 : Controlled Access Service Level 1 ;
- le niveau CAS-SAS : Controlled Access Service Level 2 and Safety of Life Service.

Le niveau OAS: ce niveau sera, comme le GPS, utilisable librement par tout le monde. On devra, bien sûr, disposer d'un récepteur adapté vu que le système Galileo émettra sur deux fréquences. Grâce à cela, la précision pour un simple positionnement augmentera pour atteindre 7 m à 95%. Si on le combine au GPS, on pourra atteindre 4 m à 95%. A ce niveau, il n'y aura aucune garantie d'intégrité et ce niveau ne sera pas utilisable à des fins sécuritaires.

Le niveau CAS-1 : Ce niveau est principalement adapté aux applications professionnelles. Il offre une très grande précision mais son accès est également payant via l'utilisation de clefs d'accès. Ce niveau serait très utile aux chemins de fer pour mesurer ou vérifier la qualité de la voie : nivellement, dévers dans les courbes, etc. Ce niveau ne peut cependant pas encore être utilisé à des fins sécuritaires.

Le niveau CAS-2 ou CAS-SAS : ce niveau est naturellement également payant. Il offre cependant la garantie d'être bien utilisable à des fins sécuritaires : par l'utilisation d'autres fréquences, il est très bien protégé contre toutes sortes de perturbations externes et il offre également une garantie d'intégrité. Un réseau complémentaire qui surveille en continu les satellites pourra dans les 6 à 10 secondes signaler qu'un satellite déterminé émet des données erronées. En parallèle avec un soutien local DGPS, on peut parvenir à une précision d'un mètre et à des temps d'alarme (TTA) de maximum 1 se-

conde dans 99,98% des cas. Cela permettra de distinguer la voie de gauche de celle de droite. Un tel système permettra bien de satisfaire aux exigences de sécurité des chemins de fer et pourra également être utilisé en signalisation. Il faut cependant signaler que l'environnement dans lequel une voie ferrée se situe n'est pas toujours favorable au satellite. Dans les vallées profondes ou en tunnel, il n'est pas possible de recevoir les satellites. On devra alors encore avoir recours à des senseurs. D'autre part, il n'est pas toujours nécessaire d'avoir une précision d'un mètre ou moins. C'est le cas, par exemple, au niveau d'une liaison pour savoir sur quelle voie le train se trouve après son passage mais après, en ligne droite, c'est moins le cas. Vu que l'utilisation du niveau 2 de Galileo n'est pas gratuite, il faudra également rechercher une solution bonne et optimale.

Une solution intermédiaire

En attendant que Galileo soit actif, des solutions intermédiaires ont déjà été avancées.

Une première est l'utilisation de DGNSS et EGNOS.

A l'ESA, il y a de nombreux projets, tel que entre autres XXXX, en cours pour, en cas d'urgence, grâce à l'utilisation du GPS appuyé par EGNOS pouvoir tracer l'appareil avec suffisamment de précision et pouvoir venir en aide à l'utilisateur. Egalement, en cas d'appel urgent à la police, il serait intéressant d'appeler les agents qui se trouvent aux alentours immédiats de l'endroit où on été commis les faits.

Une deuxième est l'utilisation du GSM ou UMTS

Comme on le sait il est possible de tracer ou de suivre un GSM. La précision n'est pas grande mais là où les systèmes satellites connaissent de gros problèmes - zone fortement urbanisées avec bâtiments de grande hauteur, vallées encaissées ou tunnel - dus à une simple invisibilité ou à des chemins allongés par des réflexions (multipath), les signaux radio à haute fréquence y sont beaucoup moins sensibles. Ainsi, un essai est en cours aux USA grâce auquel on peut tracer jusqu'à 125 m un appareil GSM émettant un appel d'urgence. Ca ne peut pas atteindre la même précision qu'un système de navigation par satellite.

Standardisation

Un autre problème qui se pose lors de l'utilisation de la navigation par satellite dans le domaine de la sécurité est une standardisation des règles et normes auxquelles un système doit satisfaire.

Donc, dans le cadre du projet Galileo, un groupe de travail SAGA (Standardisation Activities for Galileo) a été mis en place par l'ESA et la CE.

En parallèle, on travaille également à travers de l'UIC, dans le cadre de l'introduction de l'ETCS/ERTMS en Europe et ailleurs dans le monde, à la rédaction de normes pour l'ERTMS-LC (European Railway Traffic Management System – Low Cost). C'est un système de régulation bon marché pour les lignes à faible trafic. Le projet Galileo en fait partie intégrante. Ainsi la division Transport de la firme Bombardier qui est impliquée dans le projet

SAGA veille à ce que les normes concernant le transport ferroviaire dans les deux projet SAGA et ERTMS-LC restent en phase.

Résumé

L'utilisation du positionnement par GPS dans la gestion d'un parc de wagons ou de locomotives s'est déjà universalisée aux chemins de fer. Le manque de garantie de service et d'intégrité d'un système de positionnement empêche jusqu'à présent son utilisation pour des applications de sécurité comme la signalisation.

L'arrivée de Galileo permettra bientôt d'utiliser également la navigation par satellite pour des applications de sécurité. Les normes de l'UIC y contribueront. En attendant RGNOS peut déjà apporter une amélioration et l'utilisation du GSM/UMTS peut déjà aider là où la réception du satellite restera difficile.