



1

11 July 2003

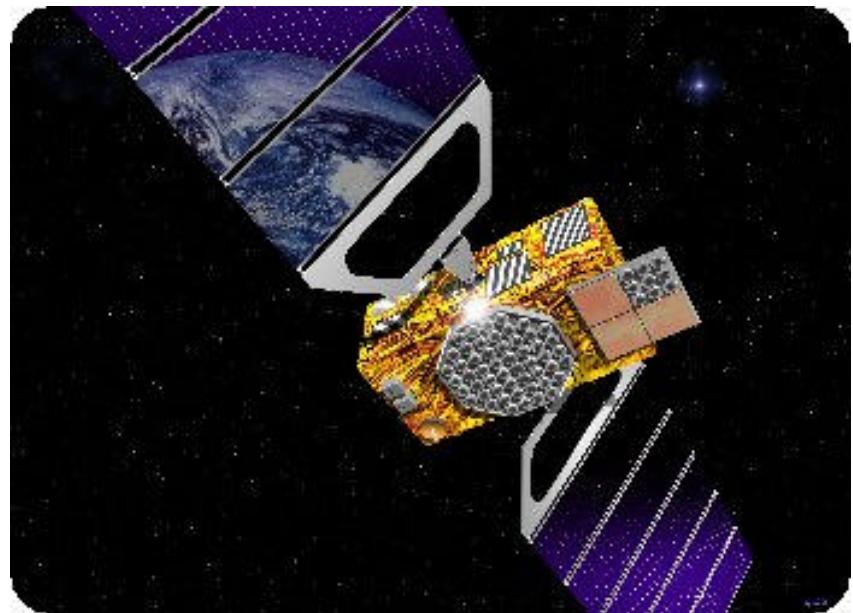
ESA PR 43-2003. The contracts for the first Galileo satellites were signed on Friday 11 July at ESTEC, the European Space Agency

17 June 2003

ESA PR 40-2003. The appointment of Rainer Grohe as Director of the Galileo Joint Undertaking marks a further key step forward for Galileo, the first civil global satellite navigation programme.

Galileo Forcalquier 26/08/03

2



Galileo Forcalquier 26/08/03

3

Quelques références Galileo

- Beaucoup d'informations ont été trouvées sur Internet (Commission Européenne et ESA)
- Dans le rapport des 3 Académies : Air et Espace, Marine, Bureau des longitudes : parution le 10 septembre 2003
- Dans des rapports de P.Willis qui a suivi l'évolution de GNSS-1 puis GNSS-2
- Dans les documents de l'équipe Géodésie, Mécanique Céleste de l'OCA/CERGA
- Remerciements à tous pour l'aide et les nombreux échanges

Galileo Forcalquier 26/08/03

4

 **Qu'est ce que Galileo?**

Le programme européen de radionavigation par satellite

Galileo permettra à chacun, muni d'un récepteur, par exemple intégré dans son GSM, de capter des signaux émis par plusieurs satellites pour déterminer à tout instant sa position **dans le temps et dans l'espace**.

Galileo est basé sur une constellation de **30 satellites** placés sur orbite et couvrant en permanence l'ensemble du globe.

| | |
|---|--|
| Où en est Galileo?  | La phase de définition est achevée. |
| 2002-2005 Phase de développement et de validation 2006-2007 Phase de déploiement Dès 2008 Phase d'exploitation commerciale | |

 Direction Générale de l'Energie et des Transports

Galileo Forcalquier 26/08/03

5

 **Un enjeu majeur...**

Sur le plan technologique

Comparable à d'autres grands projets européens tels Airbus ou Ariane, **Galileo** présente une **révolution technologique** comparable à celle engendrée par le téléphone mobile.

Sur le plan économique

Galileo permettra le développement d'une **nouvelle génération de services**: réduction des embouteillages, des accidents grâce au guidage automatique des véhicules, prospection pétrolière, préservation de l'écosystème, gestion des ressources rares telles que l'eau, transaction financières, sécurité des personnes et des biens.

Sur le plan politique

La révolution qu'en entraînera la radionavigation par satellite exige que l'Union européenne ait la **maîtrise de cette technologie vitale au fonctionnement de notre société future**.

 Direction-Générale de l'Energie et des Transports

Galileo (2008)

Une contribution majeure à GNSS-2 (Global Navigation Satellite system) qui comprendra notamment:

- GPS(compatibilité et interopérabilité GPS/Galileo).
- Un ensemble de services soit à caractère public gratuit soit à caractère commercial gouvernemental et de défense.
- Un ensemble de systèmes à caractères régionaux et locaux pour garantir une meilleure précision, une meilleure intégrité et une meilleure sécurité dans les résultats de positionnement et de navigation(EGNOS ou les systèmes DGPS)

Galileo Forcalquier 26/08/03

7

Sans contribution des budgets nationaux



Phase de développement (2002-2005)

Les 1.1 milliards € nécessaires sont déjà prévus dans les budgets communautaires et de l'Agence Spatiale Européenne (chacun apporte la même somme).

Phase de déploiement (2006-2007)

Le financement sera prévu dans la prochaine programmation du budget de l'Union. Il tiendra compte d'une contribution financière du secteur privé déterminé à participer au projet.

Phase d'exploitation (dès 2008)

La participation publique sera décroissante jusqu'en 2015 et sera à la charge du budget communautaire. Ce financement public durant cette phase commerciale sera compensée par des services offerts par l'opérateur et une possible redevance sur les récepteurs.

Direction-Générale de l'Energie et des Transports

Galileo Forcalquier 26/08/03

8



Galileo/GPS: concurrents & complémentaires

Galileo est la seule alternative à un monopole de GPS



Les systèmes existants GPS (système américain) et GLONASS (système russe) sont construits selon une optique militaire.

Galileo: un service universel



- degré de **précision** supérieur au GPS actuel
- **fiabilité** supérieure à celui du GPS à toutes les latitudes
- véritable service public avec une garantie de **continuité**
- adapté aux différents types d'utilisateurs: grand public, commercial, service public, recherche et sauvetage etc.)

Galileo et GPS sont complémentaires

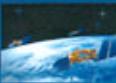


L'utilisation harmonieuse des deux infrastructures apporte plus de précision et plus de sécurité. Les utilisateurs recevront les deux signaux GPS et GALILEO sur le même récepteur.

 Direction-Générale de l'Energie et des Transports

Galileo Forcalquier 26/08/03

9



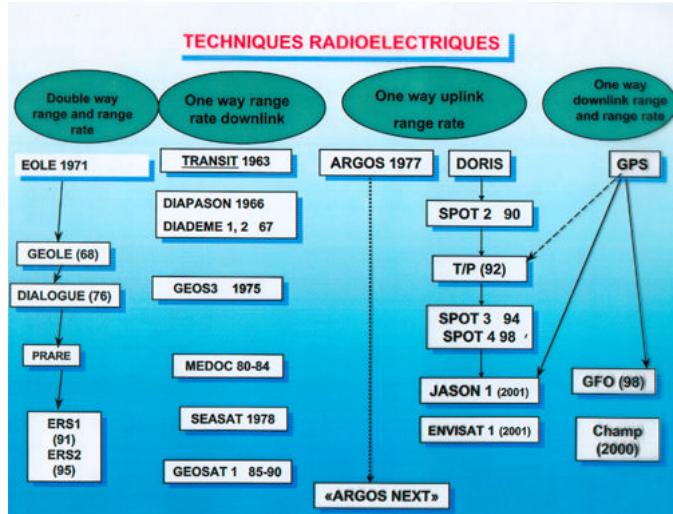
Galileo / GPS



| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 30 satellites ● Altitude : 23 600 km ● free civil applications + extensions(scientific and dedicated) ● Signals with codes ● 3 frequencies | <ul style="list-style-type: none"> ● 27 satellites ● Altitude : 20 200 km ● military and civil applications + scientific applications ● Signals with codes ● 3 frequencies |
|---|---|

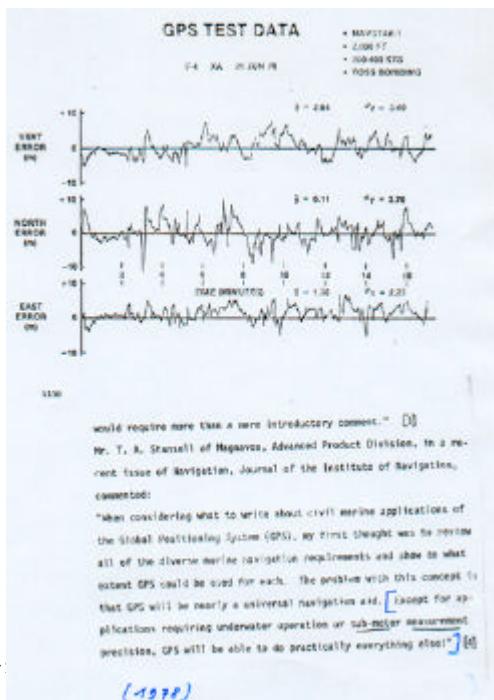
Galileo Forcalquier 26/08/03

10



Galileo Forcalquier 26/08/03

11



Galileo Forcalquier

12



Galileo Forcalquier 26/08/03

13

| WORKSHOP SONG PROGRAMME PROPOSAL | | | | January 1978 |
|----------------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|---|
| YEAR | 1980 | 1985 | 1990 | |
| PROG PHASE | PROJ NAME | OBJECTIVES | | |
| MAIN | A SOLID EARTH | Precise Position Determination, Local - Regional - Global Measurement of vertical and horizontal Motions Study of the Earth Gravity Field | | PRECISE POSITIONING SATELLITE Earthquake Hazard Reduction |
| PROGRAMMES | B SURFACE STUDIES | Global Study of: - Ocean - Ice Topography - Ocean - Ice Dynamics - Interaction Sea - Atmosphere | ICE OCEAN SATELLITE | PRECISE GEODID DETERMINATION GEODID SATELLITE |
| SUPPORT PROJECTS | C MAGNETIC FIELD MONITORING | Improved Model of geomagnetic secular Variation Accurate co-rotating Description of mean geomagnetic field Understanding of the Earth's Core Dynamic Process | | SATELLITE MAGNETOMETER |
| | D RADIATIVE BALANCE STUDIES | Direct Measurement of Radiative Balance Determination of upper Atmosphere Pressures | BRAMS LOW DRAG SATELLITES | Improved Tropospheric Operational global Monitoring System for Climatology |
| | E SATELLITE NAVIGATION AID | International Cooperation Development and Operation | | LOW-COST NAVIGATION SYSTEM |

Galileo Forcalquier 26/08/03

14

Objectifs de Galileo

- Indépendance stratégique vis à vis du système militaire américain GPS
- Soutien à l'industrie européenne (segment sol et spatial-mise en place de nouveaux services)
- Amélioration des performances de GPS (meilleure exactitude-meilleure fiabilité-garantie des services-sécurité et intégrité du système)

Galileo Forcalquier 26/08/03

15

Galileo Forcalquier 26/08/03

16

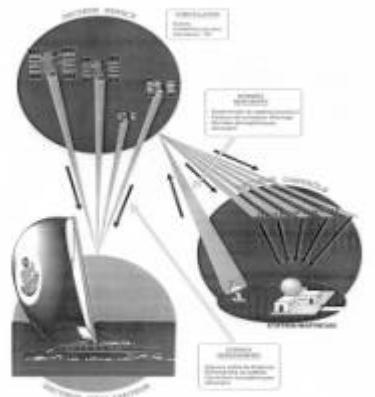


Fig. 2 Principe du système GPS (Par courtoisie du SHOM). Ce principe est général et valable pour les autres systèmes.

Galileo Forcalquier 26/08/03

17

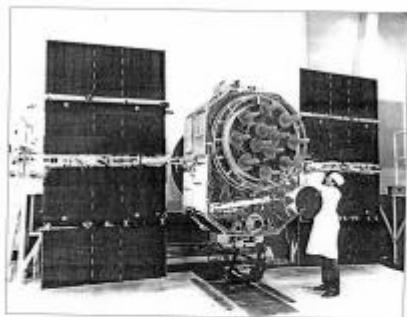
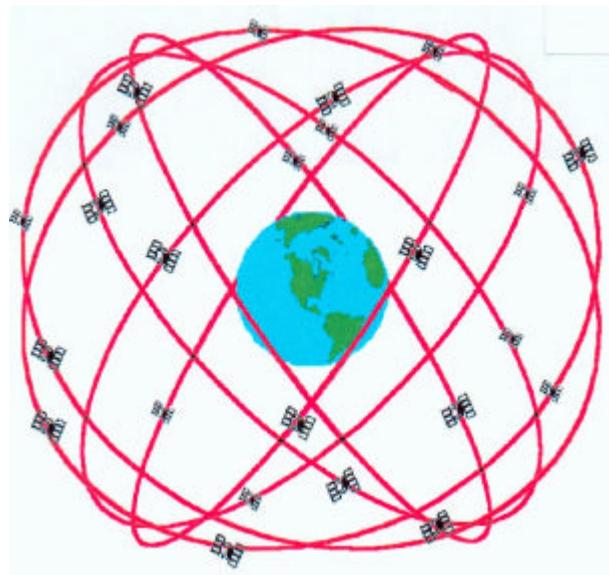


Fig. 3 Photographie d'un satellite GPS. La présence d'une personne à proximité permet de juger de la taille du satellite qui est relativement grande comme le sont ceux de la constellation russe Glonass (voir figure 5) et comme le seraient ceux de Galileo. (par courtoisie du SHOM)

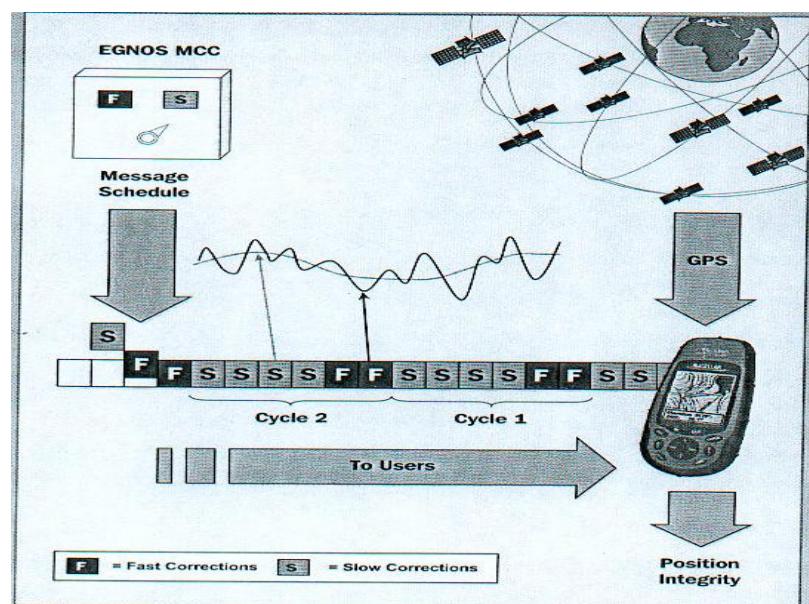
Galileo Forcalquier 26/08/03

18



Galileo Forcalquier 26/08/03

19



Galileo Forcalquier 26/08/03

20

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System).

Pour assurer la sécurité d'utilisation du GPS avant qu'un autre système civil tel que Galileo complète le GPS, il a été décidé à la suite des recommandations de l'OGACI (Organisation de l'aviation civile internationale) de développer des systèmes régionaux complétant le GPS pour pouvoir utiliser ce dernier en toute sécurité, avec une surveillance permanente de son intégrité et une détermination de corrections pour accroître la précision. Aux Etats-Unis, la FAA fait réaliser le WAAS (Wide Area Augmentation System), le Japon développe avec le concours de l'industrie européenne le MSAS (MTSAT Satellite based Augmentation System), et l'Europe connaît EGNOS.

Le système EGNOS a trois objectifs, visant à garantir la précision de positionnement recommandée par les utilisateurs pour utiliser le GPS, et même Glonass sur une zone centrée sur l'Europe :

- contrôler l'état du système GPS ;
- diffuser son état aux utilisateurs en temps réel, comme par exemple un pilote d'avion en phase finale d'atterrissement avec le GPS ;
- améliorer la précision du système.

Pour réaliser ces objectifs un réseau d'une trentaine de stations collecte des données du GPS, ce qui permet d'élaborer des corrections différentielles pour un utilisateur proche de telle ou telle station. Ces stations appelées RIMS (Remote Integrity and Monitoring Station) ont deux chaînes de réception indépendantes, d'autres peuvent en avoir trois, elles serviront à détecter des pannes du GPS.

Les informations sont transmises à des centres de traitement (quatre centres prévus pour assurer des redondances) qui ont pour objectif de traiter les informations pour élaborer des messages de correction et d'état du GPS.

En outre, un signal de navigation EGNOS synchronisé sur le GPS est élaboré. Il sera transmis par des stations (deux par satellite pour assurer la redondance) aux trois satellites géostationnaires INMARSAT 3 et ARTEMIS qui diffuseront vers les utilisateurs le signal de navigation et les informations de correction et d'intégrité.

Galileo Forcalquier 26/08/03

21

EGNOS (suite)

L'ensemble du système comprend également :

- un réseau de télécommunication entre toutes les composantes sol ;
- des sites chargés en temps différé d'assurer le support technique, la maintenance ;
- un site de qualification et certification pour l'aviation civile.

L'utilisateur disposera de signaux GPS avec corrections différentielles, de signaux de navigation type GPS venant des trois satellites géostationnaires. De ce fait :

- la précision sera améliorée ;
- la connaissance de l'état permettra d'utiliser le système en toute sécurité.

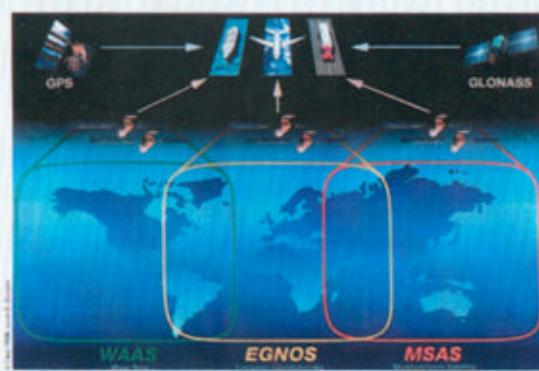
Le système sera opérationnel sur la zone européenne en 2004. Les premiers tests ont commencé avec des essais en vol et en approche d'aéroport. Une précision d'environ 5 mètres en horizontal et vertical a déjà été obtenue.

On notera que certaines des fonctions d'EGNOS seront réalisées par Galileo avec une couverture mondiale. Il est prévu d'utiliser les infrastructures mises en place pour EGNOS pour réaliser le segment d'intégrité de Galileo.

On notera aussi que le système GPS augmenté de EGNOS ou de systèmes équivalents dans les autres régions du monde, a été appelé en anglais « Global Navigation Satellite System -1 ». Plus généralement aujourd'hui l'ensemble des systèmes, GPS, GLONASS, Galileo, avec leur augmentation comme EGNOS et leurs systèmes différentiels, s'appellent GNSS-2 ou plus simplement GNSS.

Galileo Forcalquier 26/08/03

22

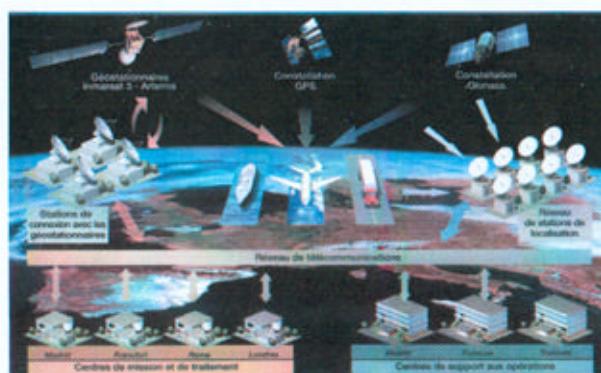


LE SYSTÈME EUROPÉEN EGNOS INTEROPÉRABLE AVEC LES SYSTÈMES AMÉRICAIN WAAS ET JAPONAIS MSAS.

Augmentation des qualités et de la capacité du système GPS grâce à des satellites géostationnaires au-dessus de 3 régions du monde (système appelé - Global Navigation Satellite Système - ou GNSS-1)

Galileo Forcalquier 26/08/03

23



Organisation du système GNSS-1: centres d'opérations, centres de localisations et de traitements, réseau de télécommunications

Galileo Forcalquier 26/08/03

24

THE SKYFIX DGPS NETWORK

The SkyFix DGPS system has been developed by the Racal Survey Group and now constitutes the largest commercial DGPS network in the world, currently comprising some 65 reference stations. The system has been in operation for some six years and currently has an average user rate in excess of 200 per day worldwide.

All SkyFix reference stations have been co-ordinated to the highest geodetic standards and are established on land.

SkyFix is a multi-network wide area Differential GPS system which employs communications satellites as the link between the reference station and the user. The SkyFix reference stations are strategically sited to cover the principal areas of interest and connected by permanent data communications links to the control centre in Aberdeen.

Each reference station is equipped with dual GPS receivers, PCs and software. Continuous comparison between the observed and known position allows pseudo range corrections to be generated and transmitted via the communications link to the control centre. A dual-link facility is utilised in case of a main communications link failure. The control centre carries out continuous quality checks on data from all reference stations on a 24hr basis, compiles all received corrections into a common message and passes this message to the uplink station for transmission to the user. The quality checks include:

- Comparison of corrections from each of the two receivers at the individual reference stations.
- Application of the received corrections to the monitor receiver at the control centre.
- Inspection to detect spurious or erroneous data.

SkyFix System Overview

SKYFIX DGPS OVERVIEW

Galileo Forcalquier 2t

25

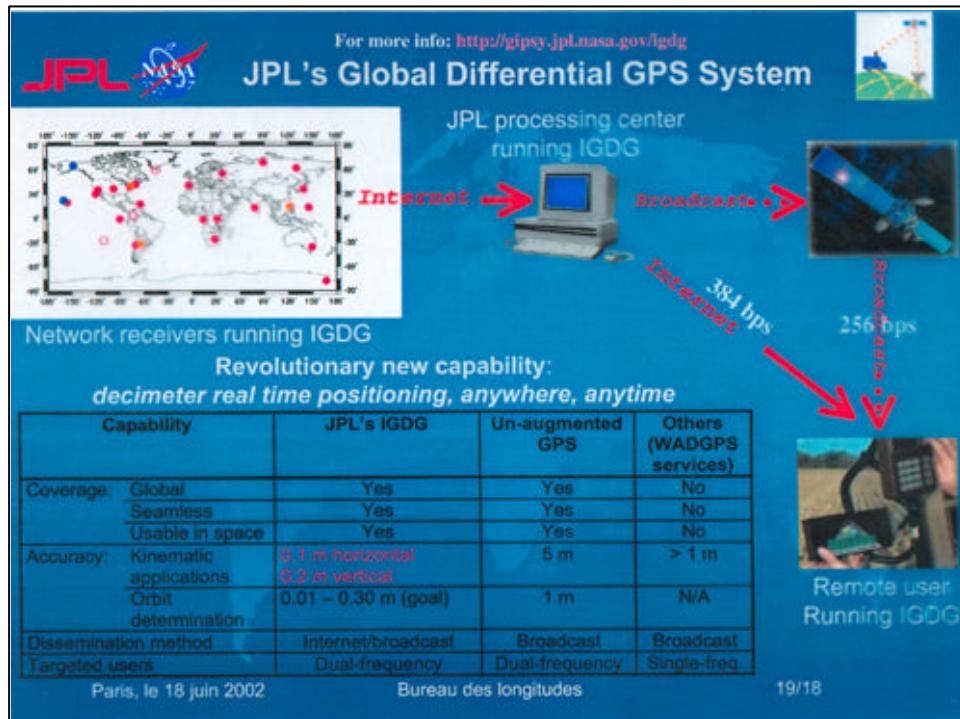
SKYFIX WORLD-WIDE COVERAGE

SKYFIX and SKYFIX SPOT GLOBAL COVERAGE RACAL

SKYFIX DGPS OVERVIEW

Galileo Forcalquier 26/08/03

26



Galileo (structure)

- Un constellation de 30 satellites
- Un segment de contrôle(2 centres-5 sites pour la télécommande et la télémétrie-12 stations de base pour l'orbitographie et la synchronisation en temps)
- Un segment d'intégrité (à partir d'un réseau d'observations de satellites)
- Un réseau de communication

Galileo (Aspects techniques)

- 30 satellites :
- 23616 km; trajectoires réparties dans 3 plans inclinés de 56°; période de révolution de 14 heures et 21 minutes; dimensions 2.7x1.2x1.1m; poids 700 kg; P en watts 1600; 2 rubidiums et 2 césums comme horloges .
- Échelles de temps : le temps GST (Galileo system time) relié à UTC avec des écarts(petits) qui seront radiodiffusés.
- Référentiel géodésique, le GTRF(Galileo Terrestrial Reference Frame) relié à l'ITRF.

Galileo Forcalquier 26/08/03

29

Galileo (Aspects Fréquences)

Fréquences **émises** dans le sens « espace-sol »(question toujours cruciale et critique sur le plan international):

- Bande E6 bande étroite libre dans la bande dite L1:1559 à 1563 MHz
- Bande E2 , bande étroite libre aussi dans la bande L1: 1587 à 1591 MHz
- Bande E6 en exclusivité: 1260-1300 MHz
- Bande E5 dans la bande 1164 à 1215 MHz avec partage de la première moitié de cette bande avec le GPS

Galileo Forcalquier 26/08/03

30

Description des signaux de navigation dans le système Galileo

Les signaux de navigation seront diffusés par les satellites de la constellation Galileo de manière différente suivant les portées. Ils seront périodiquement rafraîchis par des données téléchargées depuis le réseau de stations de contrôle. Les signaux comportent le code pseudo aléatoire qui est utilisé pour la mesure du temps de propagation et le message de navigation, qui dépend du service.

Un message de navigation comprend trois classes.

- La classe 1 contient toutes les données indispensables au calcul de la position du terminal utilisateur :
 - l'éphémérides du satellite sous forme de paramètres orbitaux. Ceux ci sont rafraîchis toutes les douze heures,
 - le temps GST (Galileo System Time),
 - les biais entre les différentes horloges des satellites et le GST,
 - un indicateur d'état du format du message de navigation,
 - un indicateur d'état de santé du satellite.
- La classe 2 contient des données qui permettent de raffiner la précision de localisation :
 - un modèle de base pour les corrections ionosphériques, qui peuvent représenter jusqu'à 45 mètres avec l'utilisation d'une seule fréquence et qui sont corrigés de manière satisfaisante avec l'utilisation de deux fréquences,
 - un délai de groupe pour corriger le temps de transit à bord du satellite.
- La classe 3 contient des éléments généraux destinés à faciliter l'acquisition du signal du satellite :
 - l'almanach, donnant les paramètres d'orbites approchées des satellites de la constellation,
 - un indicateur d'état de santé complémentaire,
 - l'écart entre l'échelle de temps GST et l'UTC,
 - des messages d'intégrité.

L'ensemble de ces données représente quelques milliers de bits, dont une part notable pour l'almanach. L'intérêt de l'almanach est de permettre de réduire sensiblement le temps d'acquisition des signaux des différents satellites et de mise en route du terminal, qui peut aller jusqu'à une centaine de secondes en l'absence de ces informations.

Galileo Forcalquier 26/08/03

31

Un ensemble de services Galileo

- En positionnement et navigation:
 - des services ouverts et gratuits (Open Service OS)
 - des services commerciaux (commercial Service CS)
 - un service de sécurité spéciale pour certaines utilisations critiques (Safety of Life Service-SoL)
 - un service de recherche et de sauvetage (Search and rescue Service-SAR)
 - un service protégé contre des attaques et des actes de terrorisme et lié à des questions de défense (Public Regulated- Service PRS)
- En contribution à la définition et la diffusion d'une échelle de temps

Galileo Forcalquier 26/08/03

32

Le service offert par le système Galileo

Le système Galileo prévoit d'offrir cinq catégories de services.

- Le *Service ouvert en anglais « Open Access » (OS)*, est le service de base permettant la location et la distribution comparables au service de base fourni par le GPS Américain (Service GPS). Il est gratuit et n'comprend aucun restriction d'accès. C'est le service « grand public » qui concernera la majorité des utilisateurs.
- Le *service de sécurité de la vie est plus connu sous son nom anglais « Safety of Life » (SoL)*. Il s'agit du service ouvert complété par un signal d'intégrité indispensable pour toute les applications où l'absence de cette information d'intégrité pourrait mettre en danger des vies humaines (transport aérien ferroviaire et maritime).
- Le *service commercial, ou « Commercial Service » (CS)* est destiné aux applications commerciales nécessitant une précision supérieure à celle que fournit le service ouvert. Il utilise deux signaux supplémentaires, protégés par un chiffrement commercial décryptable par les terminaux équipés et disposant de la clé d'accès. Ce service sera géré par les fournisseurs d'accès au service commercial Galileo. Il se prête particulièrement bien aux services à valeur ajoutée qui se proposent en complément de la navigation.
- Le *service public réglementé ou « Public Regulated Services » (PRS)* est réservé aux applications gouvernementales (sécurité civile, transports, militaire) pour lesquelles la continuité du service doit être garantie quelle que soit la situation dans une période de temps vis-à-vis de bris ou de défaillance éventuelle d'interférences électromagnétiques accidentelles. Ce service PRS utilise deux signaux dédiés et chiffrés, dont un sur la même fréquence qu'à l'heure actuelle (codeM) du GPS. Son accès sera contrôlé par la autorité en charge des questions de sécurité.
- Le *Service de recherche et sauvetage Search and Rescue en anglais (SAR)* poursuivra à l'ère de Galileo le service rendu par le système actuel SARSA T/COSPA mis en place par le Canada, la France, les Etats-Unis et la Russie depuis 1982. Il permet de recueillir et de localiser les émissions des balises de détresse opérant à 406 MHz, en service sur les avions, les bateaux et pour les expéditions terrestres. Il comprend dans un particulier un signal de retour vers la baie de détection pour informer l'auteur d'émission que son message a bien été reçu.

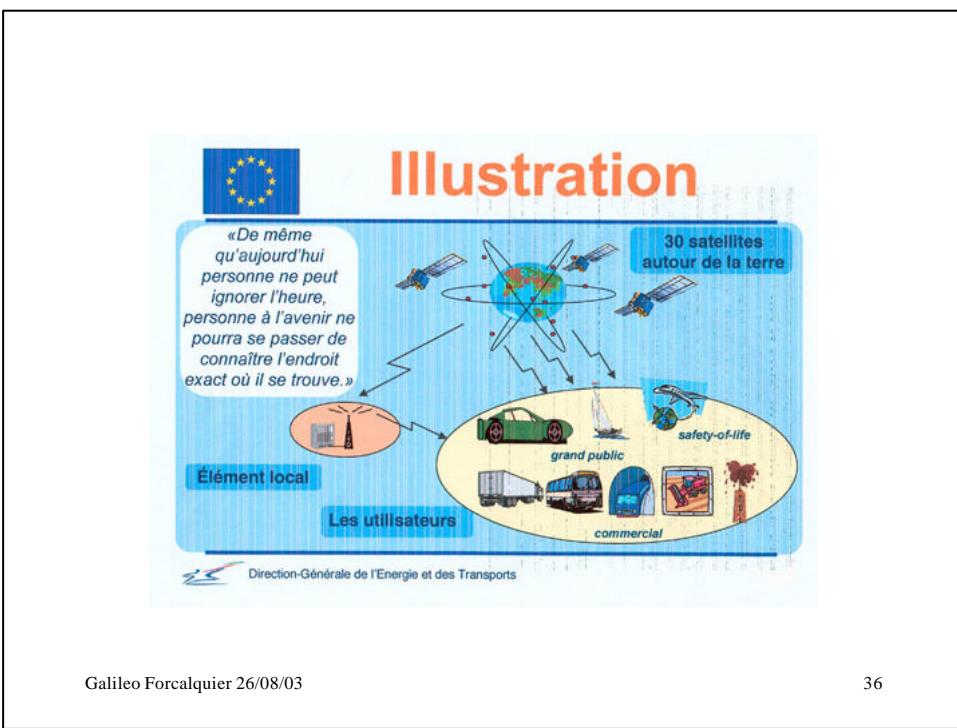
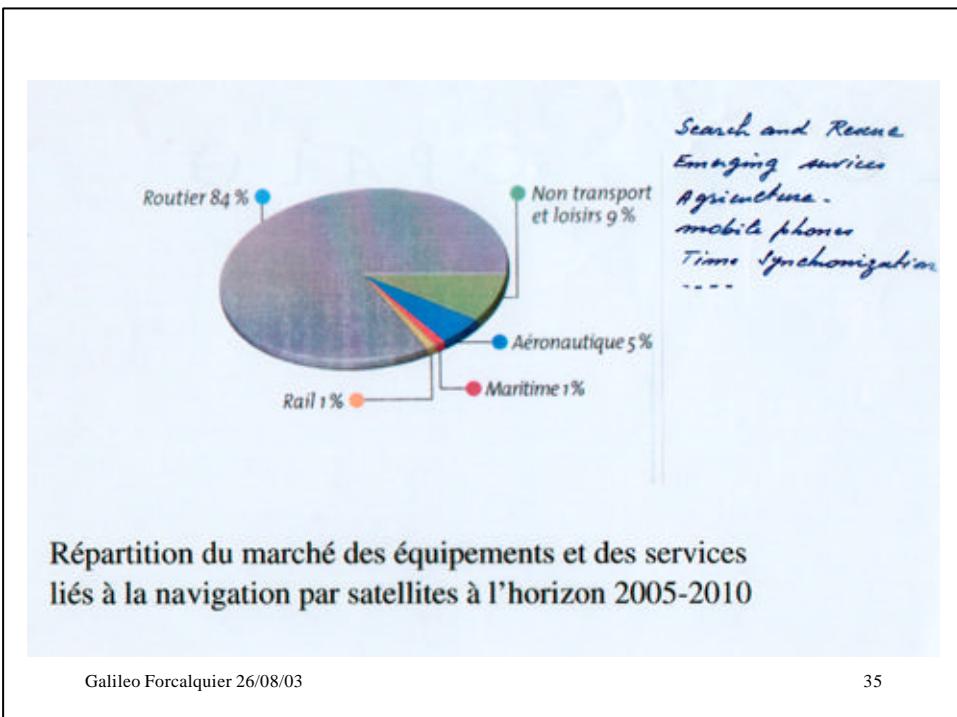
Galileo Forcalquier 26/08/03

33



Galileo Forcalquier

34



La Navigation aérienne civile

Conclusion

En conclusion, la mise en œuvre d'un second système, compatible et coopératif avec le GPS et ses « augmentations » et satisfaisant les normes OACI, est la seule solution permettant de satisfaire la croissance du trafic aérien et d'assurer la sécurité requise. Alors le positionnement sera donné par un système mondial comprenant deux constellations indépendantes mais cohérentes, totalement sécurisées (diffusion en temps réel de signaux d'intégrité par chacune des constellations). Des balises-sol seront probablement nécessaires pour assurer une précision de positionnement en temps réel de l'ordre de 1 m en horizontal et 0,50 m en vertical afin d'assurer les atterrissages par mauvaise visibilité de type CAT-3, voire par visibilité nulle (CAT-3C).

Galileo Forcalquier 26/08/03

37

La Navigation Maritime

L'usage des satellites de navigation s'est largement répandu chez les marins, mais ses effets les plus importants sur la pratique des activités maritimes appartiennent encore au futur.

Des problèmes de nature globale vont infléchir progressivement, par un mouvement qui est déjà amorcé, les traditions qui ont prévalu dans ce domaine. Le premier est celui de la sécurité de la navigation dans les zones à haute densité de trafic et de la préservation des zones côtières et des littoraux contre les conséquences environnementales des accidents. Le contrôle de l'activité des armements 'voyous' conduira de plus en plus, dans un domaine où le capitaine était "maître à bord après dieu", à imposer des règles contraignantes. Galileo constitue a priori un élément central du système de surveillance qui sera indispensable pour veiller à l'application de ces règles et pour sanctionner les délinquants.

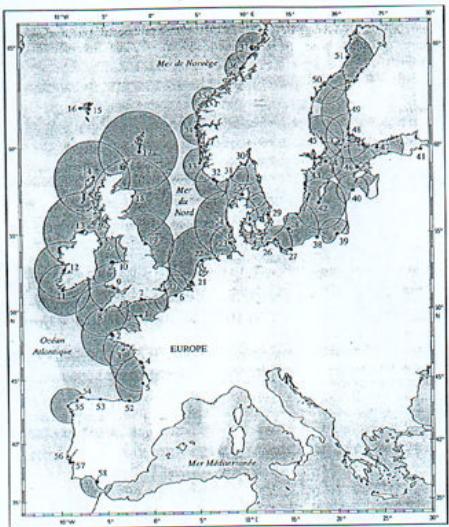
Un second problème est celui de la gestion des stocks halieutiques par une régulation de la pêche. La connaissance permanente, par une autorité centrale, de la position des bateaux qui exercent cette activité s'imposera à terme et de nouveau Galileo en sera l'élément central.

Ce ne sont que deux exemples.

De zone de liberté à peu près complète, l'océan évolue inévitablement vers le statut qui prévaut partout ailleurs - dans l'espace aérien comme sur les continents - de zone où la société impose des règles pour préserver des intérêts collectifs. Quelle que soit la forme que prendront ces règles, elles supposeront la disponibilité, entre les mains d'une autorité civile, d'un outil de surveillance globale que Galileo a vocation à structurer.

Galileo Forcalquier 26/08/03

38



Galileo Forcalquier 26/08/03

39

Transports routiers

Introduction

Il est impossible d'envisager une approche prospective de l'évolution du secteur des transports terrestres au cours des prochaines décennies sans considérer au moins deux dimensions importantes qui, à notre avis, structurent profondément cette évolution ; il s'agit d'une part de la maturité du secteur du transport intelligent et d'autre part de la diffusion de technologies de localisation précises, dont beaucoup s'appuient sur les satellites de navigation.

Le secteur du « transport intelligent » rend compte de l'activité de très nombreux acteurs économiques organisés autour de la gestion optimisée du temps et de l'espace, de la mobilité des hommes, des biens et des marchandises. Cette gestion des flux, qu'elle soit marchande ou citoyenne, s'appuie donc sur la disponibilité de technologies qui permettent de localiser et de suivre les déplacements avec précision mais aussi de technologies qui permettent d'assurer la communication de ces données en temps réel entre machines ou humains. Il s'agit là de la composante transport d'un champ plus vaste relevant de la technologie de l'information. Celle-ci est supportée par l'automatisation et les ordinateurs, hardware, software, réseaux, systèmes d'exploitation et les personnels formés à leur utilisation optimale. Les télécommunications deviennent ainsi le vecteur de ce progrès technologique et des services associés. L'objet de ce chapitre consiste donc à présenter très synthétiquement comment s'organise le transport intelligent et à montrer que les technologies de localisation par satellite en sont une composante incontournable.

Galileo Forcalquier 26/08/03

40

La cartographie terrestre et maritime, l'information géographique

Les relations entre l'existence de systèmes tels que Galileo, dorénavant en anglais Global Navigation Satellite System ou GNSS pour être plus général, et le domaine de la cartographie et plus généralement de l'information géographique sont multiples et réciproques.

- Galileo comme GPS est un système de positionnement et donc un quasi-système complémentaire fonctionnant avec des données d'information géographique. Les producteurs de ces données (l'Institut géographique national ou IGN, Service hydrographique de la marine ou SHOM...) doivent jouer leur rôle pour que les utilisateurs puissent faire ces opérations dans de bonnes conditions. Mais il semble plus efficace et logique que ces préoccupations soient prises en compte par l'ensemble de la communauté nationale géographique (en France, le Comité national de l'information géographique, en CNIG), cette dernière en interne.
- En retour, Galileo, comme GPS, est véritablement utilisable par les producteurs d'information géographique pour le géo-reférencement d'objets, nécessitant en effet à jour des cartes et bases de données géographiques.
- D'une manière plus globale, il y a une occasion à saisir pour une standardisation et une valorisation de l'information géographique en accompagnement de la précision métrique actuelle sur Galileo.
- Il faut insister sur l'aspect critique du problème de fusion « GNSS-information géographique » dans l'émergence des nombreux outils d'aide à la navigation, notamment maritime et routière.
- Enfin le choix du référentiel géographique est une question très fondamentale à ce titre de la navigation et du positionnement, un grand nombre de problèmes rencontrés par les utilisateurs étant due directement à ce choix.

Galileo Forcalquier 26/08/03

41

Galileo Forcalquier 26/08/03

42

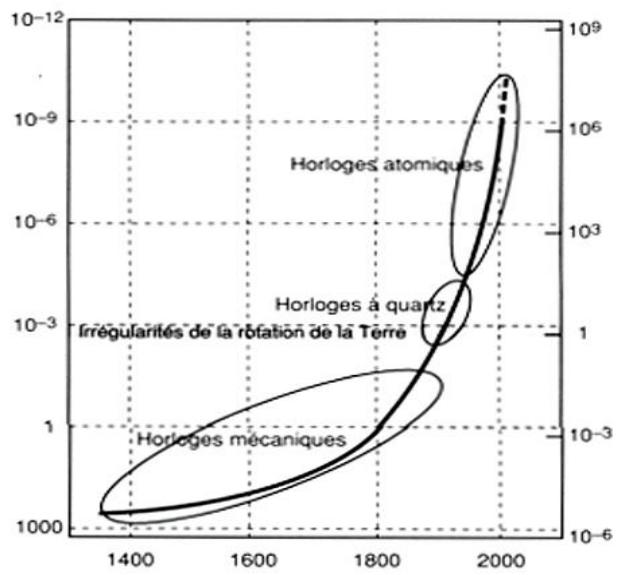


Points critiques de l'opération Galileo

- Technologie des horloges spatiales
- Financement publique/privé à mettre en place
- Mettre en place un système commercial qui doit être rentable
- Nouveau type d'organisation entre la Commission et l'ESA
- Aspects défense et relation Europe-USA

Galileo Forcalquier 26/08/03

43



Galileo Forcalquier 26/08/03

44

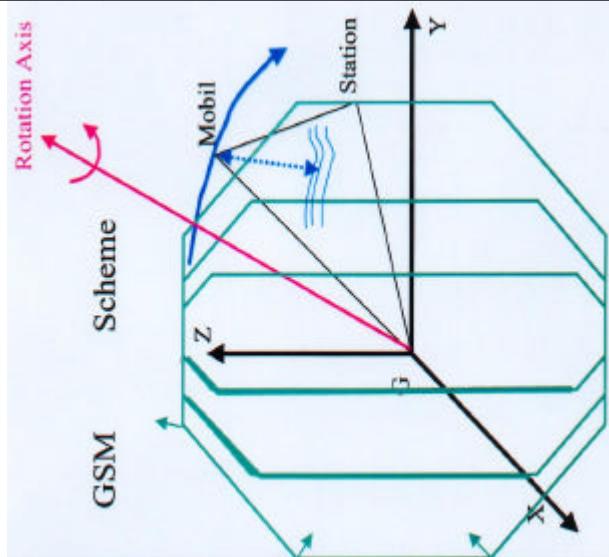
SCIENCES GPS/GALILEO

un saut majeur, irréversible dans

- la rotation terrestre
- les systèmes de référence espace et temps- réalisation et accès -(résolution temps- espace, précision)
- la trajectographie des satellites bas(<500 km)et plus hauts
- la topographie de la mer
- la tomographie de l'atmosphère terrestre
- ...

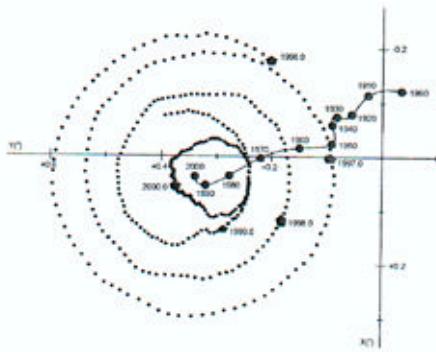
Galileo Forcalquier 26/08/03

45



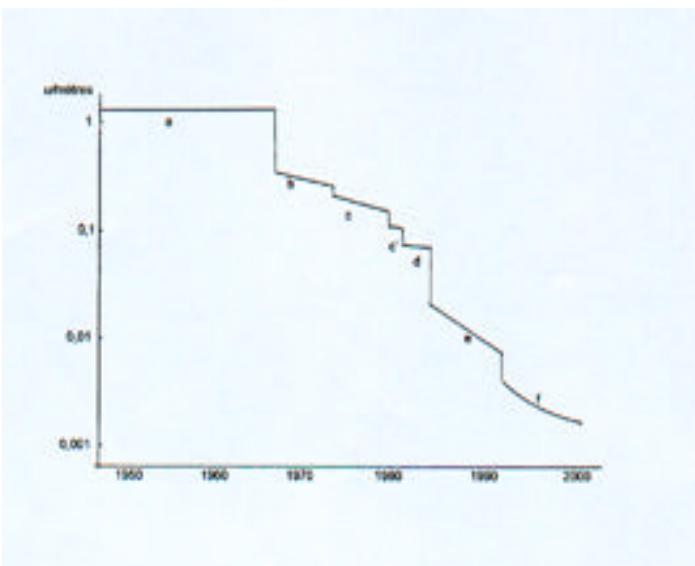
Galileo Forcalquier 26/08/03

46



Galileo Forcalquier 26/08/03

47

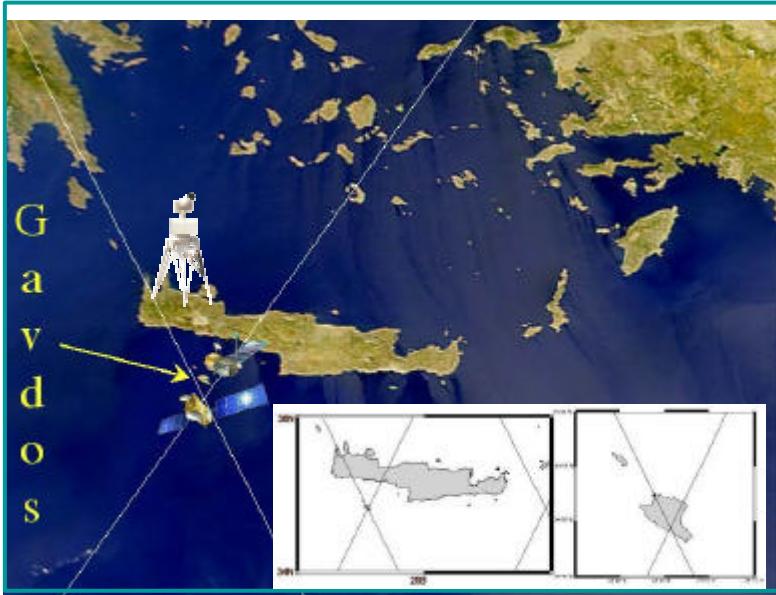


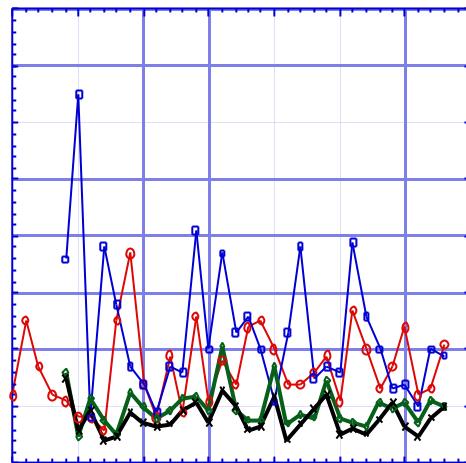
Galileo Forcalquier 26/08/03

48

Instrumentation

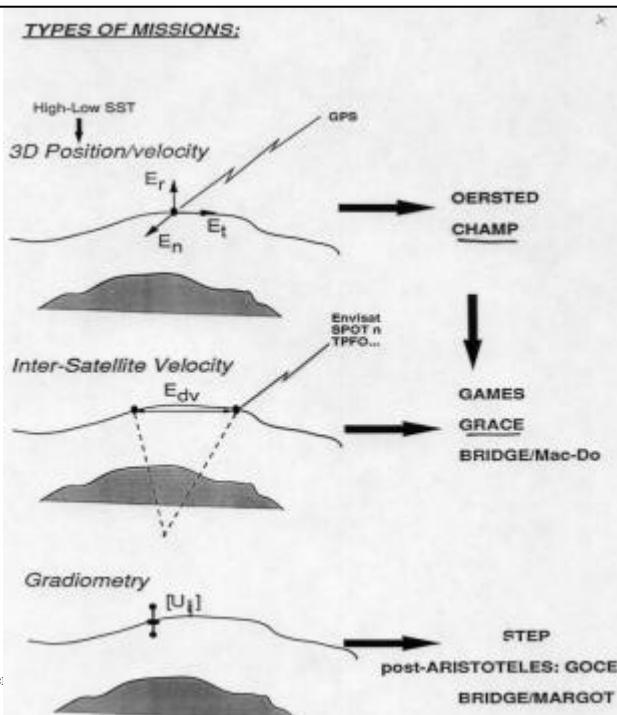
- Ajaccio
 - FTLRS (13/01 - 08/09)
 - permanent GPS receiver
 - DORIS beacon
 - 1 tide gauge
- Senetosa Cape
 - 3 tide gauges
 - GPS receivers and reference points
 - GPS buoys





Galileo Forcalquier 26/08/03

51



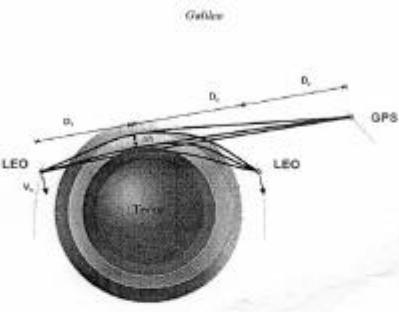


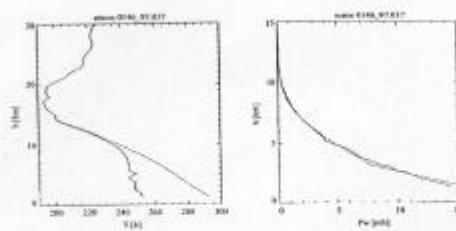
Figure donnant le cas des observations effectuées à partir d'un satellite.

La figure indique une géoïde possible d'occultationaison en un planète satellite en orbite basse et une constellation de satellites de navigation. La combinaison d'occultation dans la gamme de longueurs d'ondes des signaux de navigation et d'occultation entre satellites en orbite basse dans la gamme des longueurs d'ondes voisines de la rive d'absorption de la vapeur d'eau donne un moyen de repérer les composantes sèche et humide de l'atmosphère. (Figure extraite du document ACE+ (mission allouée par l'ESA) de P. Hög et G. Kiehlengen).

Galileo Forcalquier 26/08/03

53

Les applications scientifiques

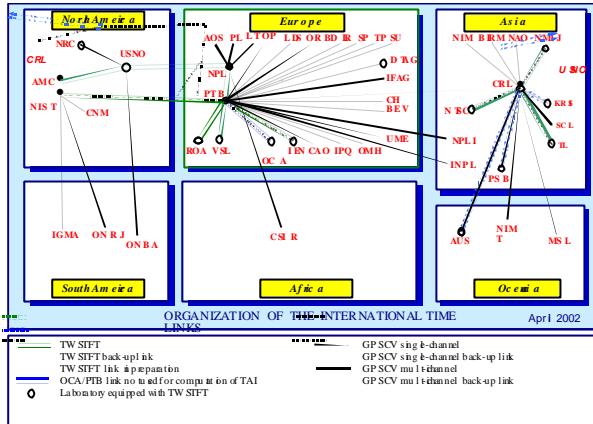


- Exemple : figure donnant le profil de température et d'humidité.

La figure de gauche donne (ligne continue) le profil de température obtenu à l'aide des données d'occultation des signaux GPS recueillie par le satellite expérimental de la NASA GPSMET dans l'atmosphère d'une atmosphère sèche. La comparaison de ce profil avec celui (ligne discontinu) établi par le Centre Européen de prévisions météorologiques à moyen terme indique une divergence à haute altitude traduisant l'effet de la composition humide. La correction de cette différence au moyen de vapeur d'eau consiste sur la figure de droite à un excellent accord des profils asceptiques de vapeur d'eau. Les données d'occultation ont été obtenues le 6 février 1997 à 36000 mètres d'altitude à la latitude de 10,2° Sud et le longitude de 63,4° Ouest. (Figures extraites du document A.C.E (mission allouée par l'ESA) de P. Hög et G. Kiehlengen).

Galileo Forcalquier 26/08/03

54



Galileo Forcalquier 26/08/03

55

SCIENCES GPS/GALILEO

- Mode cm et sub centimétrique
- Progrès grâce aux progrès « horloge »
- Mode très haute exactitude impose multi- techniques et multi systèmes (récepteurs mixtes)
- Mode très haute exactitude nécessite équipes scientifiques intégrés au « Projet »
- Coopération avec Services internationaux incontournable- observations, références, orbite,...
- Donne garantie, précision à toutes applications

Galileo Forcalquier 26/08/03

56

Recommandations Galileo Sciences

- Développer Récepteurs mixtes GPS/galileo et aussi Glonass.Ne pas oublier d autres projets chinois ou indien qui se préparent sans doute.
- Travailler avec les structures et les standards internationaux (IERS, BIMP,ITRF, IGS,...).
- Avoir une structure scientifique intégré au projet Galileo. Des précisions et des résultats inattendus mais passionnantes sont à attendre. Le futur est motivant pour le présent.

Galileo Forcalquier 26/08/03

57

Conclusion

- Avec GPS, Galileo, Glonass, en route sur GNSS 2.
- Les multi techniques demeurent un impératif (Doris, SLR, gravi,...) pour l'exactitude et le contrôle réciproque.
- Le Passé et le Futur éclairent le Présent. Le rêve spatial est nécessaire pour notre avenir.

Galileo Forcalquier 26/08/03

58

Open Service (OS)

The GALILEO Open Service provides positioning, velocity and timing information that can be accessed free of direct charge. This service is suitable for mass-market applications, such as in-car navigation and hybridisation with mobile telephones. The timing service is synchronised with UTC when used with receivers in fixed locations. This timing service can be used for applications such as network synchronisation or scientific applications.

Open Service (OS)

The GALILEO Open Service provides positioning, velocity and timing information that can be accessed free of direct charge. This service is suitable for mass-market applications, such as in-car navigation and hybridisation with mobile telephones. The timing service is synchronised with UTC when used with receivers in fixed locations. This timing service can be used for applications such as network synchronisation or scientific applications.

Galileo Forcalquier 26/08/03

61

Safety of Life service (Sol)

The target markets of the Safety of Life service are safety critical users, for example maritime, aviation and trains, whose applications or operations require stringent performance levels.

This service will provide high-level performance globally to satisfy the user community needs and to increase safety specially in areas where services provided by traditional ground infrastructure are not available. A worldwide seamless service will increase the efficiency of companies operating in a global basis ,e.g. airlines, transoceanic maritime companies.

Galileo Forcalquier 26/08/03

62

Commercial Service (CS)

The Commercial Service will allow the development of professional applications, with increased navigation performances and added value data, compared with the Open Service. The Foreseen applications will be based on:

- Dissemination of data with a rate of 500 bps, for added value services;
- Broadcasting of two signals, separated in frequency from the Open Services signals to facilitate advanced applications such as integration of Galileo positioning applications with wireless communications networks, high accuracy positioning and indoor navigation.

Galileo Forcalquier 26/08/03

63

Search and Rescue Service (SAR)

The GALILEO support to the Search and Rescue service - herein called SAR/GALILEO represents the contribution of Europe to the international COSPAS-SARSAT co-operative effort on humanitarian Search and Rescue activities.

SAR/GALILEO shall:

- Fulfil the requirements and regulations of the International Maritime Organisation - via the detection of Emergency position Indicating Radio Beacons of the Global Maritime Distress Security Service and of the International Civil Aviation Organisation via the detection of Emergency Location Terminals.
- Be backward compatible with the COSPAS-SARSAT system to efficiently contribute to this international Search and Rescue effort.

Galileo Forcalquier 26/08/03

64

Public Regulated Service (PRS)

The PRS will provide a higher level of protection against the threats to GALILEO Signals in Space than is available for the Open Services (OS, CS and SoL) through the use of appropriate interference mitigation technologies.

The need for the Public Regulated Service (PRS) results from the analysis of threats to the GALILEO system and the identification of infrastructure applications where disruption to the Signal in Space by economic terrorists, malcontents, subversives or hostile agencies could result in damaging reductions in national security, law enforcement, safety or economic activity within a significant geographic area.

The objective of the PRS is to improve the probability of continuous availability of the signal in space, in the presence ^{Galileo Forcalquier 26/08/03} ₆₅ of interfering threats, to those users with such a need.

Applications (PRS Service) include the following:

- Europe-wide:

- the European Police Office(Europol), the European Anti-Fraud office (OLAF), Civil protection services, safety services (Maritime Safety Agency), and emergency response service (peacekeeping forces, humanitarian response teams);

b) In the Member States:

Law enforcement and security services, forces or services engaged in fighting crime, intelligence services responsible for national security, services responsible for controlling and supervising external borders.

The purpose is to prevent misuse of the technologies against the interests of Member States. Access to the PRS will be controlled through key management systems approved by ^{Galileo Forcalquier 26/08/03} _{Member States and governments} ⁶⁶



Carte 01 – Zone Europe (Aéronautique Nord (géoipis 60° N), Mer du Nord et Mer Baltique).

24

Galileo Forcalquier 26/0

concept du positionnement différentiel améliore de manière très significative la sécurité, l'intégrité, la précision du GPS et de Glonass et devient de Galileo pour atteindre la précision de quelques mètres voire 1 mètre ou même moins. Pour ce faire un ensemble de marines côtières de référence a ainsi été mis en place le long des côtes de la plupart des pays, notamment européens. La carte de ces stations est montrée à titre d'illustration pour le nord de l'Europe (par courtoisie du SHOM). Toutefois l'utilisation du concept exige que les navires ne soient pas trop éloignés de la station côtière de référence et qu'ils soient spécifiquement équipés pour recevoir les messages de correction et d'intégrité. Une autre possibilité technique en plein développement est du type du système européen EGNSat qui utilise plusieurs stations de référence sur une très large région géographique et une fréquence de transfert des messages L1 déjà reçue par les récepteurs GPS. Elle ne nécessite l'utilisation d'un récepteur GPS très peu différent du récepteur standard. En revanche elle nécessite la mise en place d'un segment spatial avec des satellites géostationnaires. Ceci est beaucoup plus lourd, mais n'est pas à la charge de l'utilisateur.

67

De tels systèmes s'installent tout autour du monde. A signaler que les messages seront aussi bientôt disponibles sur Internet (Système Sisnet).