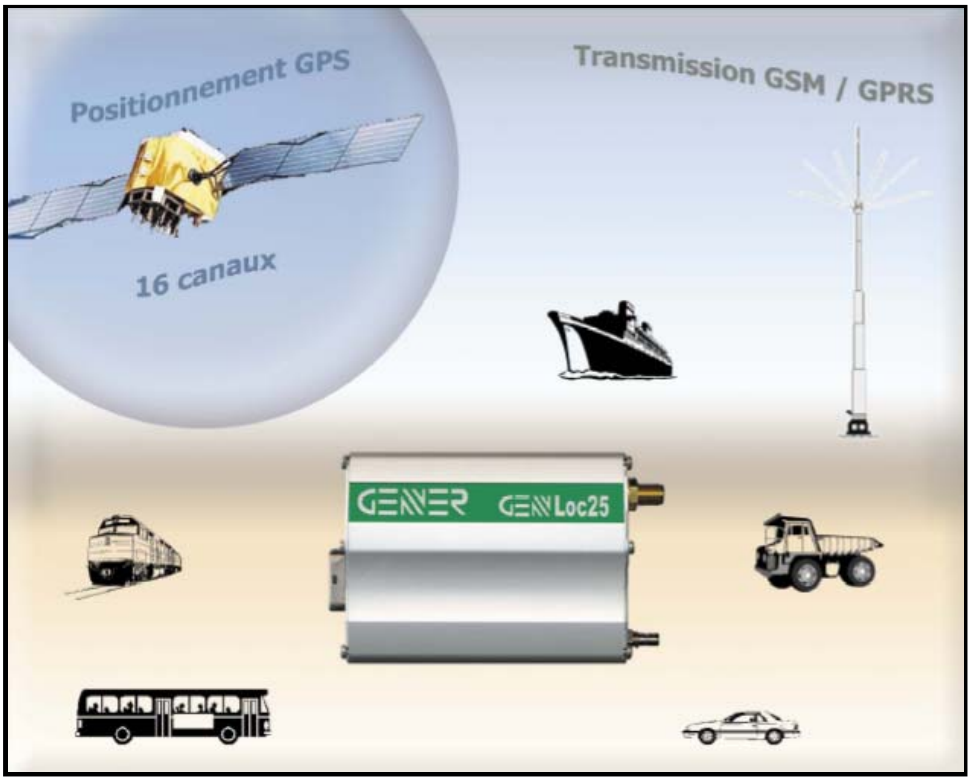
GESTION DE FLOTTE DE VÉHICULES PAR GPS ET GSM



(Sujet de BEP électronique de l'académie de Limoges . Merci à leurs auteurs)

SOMMAIRE

I- Mise en situation ….....…….…… Page 3

I- 1- L'avènement des télécommunications spatiales ……..……...…….…… Page 3

I- 2- La localisation et la navigation par satellites ……..…….…..... Page 3

I- 3- Les projets et les orientations technologiques dans le secteur automobile et des transports routiers ……..……..…….……..….. Page 4

I- 4- Principe de fonctionnement du "système de gestion de flotte de véhicules par GPS et GSM" …….. Page 5

I- 5- Le géo-positionnement et les systèmes d'information géographique …..….…….. Page 6

I- 5- 1- Généralités ……..…….…… Page 6

I- 5- 2- Les systèmes de positionnement et de navigation - GPS, Galiléo, Glonass, Egnos Page 6

I- 5- 3- Les systèmes de transmissions d'informations GSM et GPRS appliqués à la localisation …….…… Page 12

II- Description du "Système de Gestion de Flotte de Véhicules par GPS et GSM" …...…….…….…….….. Page 16

II- 1- Présentation du système ……..……...…….…. Page 16

II- 2- Diagramme sagittal ……..……. Page 17

II- 3- Présentation des objets techniques constituant le diagramme sagittal …… Page 18

II- 4- Définitions des liaisons du diagramme sagittal ……..…….……..…. Page 20

II- 5- Cheminement de l'information au démarrage du véhicule …….…….. Page 20

II- 6- Etude fonctionnelle associée à la fonction d'usage du système ……..…….. Page 21

II- 6- 1- Schéma fonctionnel ……....…. Page 21

II- 6- 2- Fonction d'usage ……..Page 21

III- Étude fonctionnelle de l'objet technique OT1 "Boîtier GENloc31" …..... Page 22

III- 1- Présentation de la fiche technique du boîtier GENloc31 …….……..……. Page 22

III- 2- Analyse fonctionnelle de l'objet technique …...……...…….……. Page 25

III- 2- 1- Schéma fonctionnel ……..…. Page 25

III- 2- 2- Caractérisation du signal d'entrée (liaison 1) et du signal de sortie (liaison 9) ….Page 26

III- 2- 3- Description des fonctions principales et secondaires ..……..…...……. Page 31

III- 2- 4- Schémas structurels ..……..……..…. Page 37

Annexes …...……..…….…… Page 39

Glossaire …… Page 53

Bibliographie et liens utiles …….…… Page 54

I- Mise en situation

I- 1- L'avènement des télécommunications spatiales

Il y a vingt ans l'hypothèse était émise que le futur des télécommunications reposerait sur les satellites. Les réseaux satellitaires aujourd'hui sont encore méconnus, bien qu'ils soient déjà utilisés dans de nombreux domaines.

C'est le 10 Juillet 1962, qu'eut lieu le lancement du premier satellite actif de télécommunication *Telstar 1* qui permit l'établissement de la première communication par satellite. Puis, vint la première retransmission d'images télévisées réalisée entre la station d'Andover (E.U.) et Pleumeur-Bodou (France). Depuis cette date, le développement des télécommunications par satellites a été très rapide : d'une part, le progrès technologique a accru les capacités et diminué les coûts, d'autre part, les institutions du monde des satellites se sont organisées, avec apparition d'acteurs publics et d'industries fortes.

Aujourd'hui les réseaux satellitaires offrent un débit important ainsi que la possibilité de transférer tout type de données. D'ailleurs, de nombreuses industries se battent pour avoir le monopole des connexions satellitaires. Chacune proposant des solutions techniques propriétaires et essayant de les imposer dans le monde des télécommunications. En outre, la fonction des satellites a changé avec les décennies : ils ont pris une croissance importante dans la télédiffusion et dans la diffusion de données. Aujourd'hui ils amorcent un retour médiatisé dans la téléphonie.

Ces satellites sont les éléments indispensables d'une toile spatiale qui recouvre de plus en plus le globe terrestre et qui aujourd'hui, permet des communications de n'importe quel point de la planète.

I- 2- La localisation et la navigation par satellites

Connaître sa position a toujours été une préoccupation de l'homme qui a développé, au fil du temps, les moyens nécessaires pour s'orienter et se déplacer au bon endroit.

Aussi, avec l'évolution des nouvelles technologies ces dernières années, les méthodes de localisation s'appuyant sur les systèmes de télécommunications spatiales ont pris un essor important dans de nombreuses activités humaines.

Les applications de ces systèmes spatiaux en matière de localisation et de navigation sont particulièrement nombreuses et diversifiées. On les trouve essentiellement dans les transports (aérien, routier, maritime, ferroviaire) mais aussi dans l'environnement, l'assistance aux personnes, la géodésie, les loisirs…

Localisation, navigation par satellite : exemples d'application

Les systèmes de localisation et de navigation par satellites sont aujourd'hui utilisés dans de nombreux domaines. Une liste non exhaustive de ces systèmes de localisation et de navigation est donnée ci-après :

- **Les systèmes de positionnement et de navigation - le GPS, Galiléo**

Le système de radionavigation le plus utilisé à l'heure actuelle est le système américain GPS (Global Positionning System : "Système de Positionnement Global Terrestre") *(paragraphe I- 5- 2- sur le GPS)*.

Des signaux émis par radio à partir d'une constellation de satellites sont reçus par un récepteur au sol, qui en déduit à tout instant, et n'importe où sur Terre, en mer ou dans les airs, une datation précise et sa position en latitude, longitude, altitude.

Des traitements appropriés permettent de déterminer la vitesse et de fournir, au mobile sur lequel se trouve le récepteur, des indications de navigation.

Parmi de nombreux autres systèmes de localisation, on peut citer **(Annexe 1)** :

- **Le système de collecte de données et de localisation ARGOS**
- **Le système de recherche et de sauvetage Cospas Sarsat**
- **Le système de gestion de véhicules Alcatel 9901 IMCT**
- **Travaux publics et bâtiment (BTP) : l'utilisation du système GPS**

Nous allons, dans la suite de ce dossier, nous intéresser uniquement **aux systèmes de positionnement et de navigation (GPS, Galiléo, etc…)** nécessaires à **la localisation, le suivi et la gestion de flotte de véhicules.**

I- 3- <u>Les projets et les orientations technologiques dans le secteur automobile et des transports routiers</u> (Annexe 2)

Dans notre société moderne, les transports représentent un secteur clé de l'économie répondant à un besoin fondamental. L'intensification de l'activité économique et l'élargissement de l'UE (Union Européenne) augmenteront les besoins de mobilité et de services de transport, qui garantissent la liberté individuelle et l'accès aux services tant pour le travail que pour les loisirs.

Aujourd'hui, les véhicules sont équipés de dispositifs télématiques de plus en plus évolués, et cette évolution ne cesse de s'accroître. C'est pourquoi les deux secteurs d'activités majeurs en Europe que sont **les technologies de l'information et des communications (TIC)** joueront un rôle essentiel dans le développement des véhicules intelligents de demain. De plus, la nouvelle génération de technologies de communications mobiles renforcera encore cette tendance.

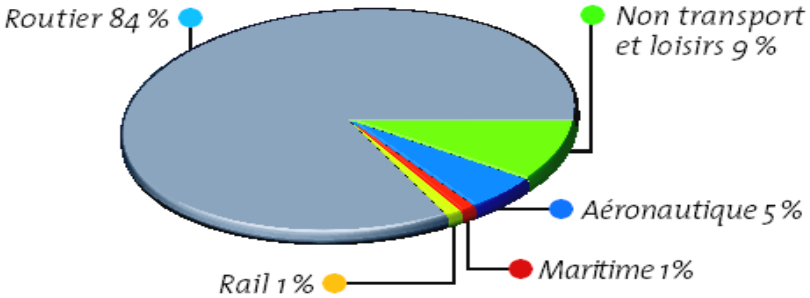
Mais la demande croissante de services de transport pose de plus en plus de problèmes, comme l'encombrement des grands réseaux routiers et des zones urbaines, les effets négatifs sur l'environnement et la santé publique, et surtout, les accidents. Des mesures urgentes s'imposent pour répondre aux défis sociétaux : améliorer la sécurité et les performances des transports.

Aussi les **TIC**, sont les outils qui peuvent répondre à **une mobilité plus sûre et plus performante** : l'objectif est de permettre la mise au point de véhicules plus intelligents et de services télématiques plus élaborés, ainsi que l'application de systèmes de transport intelligents (STI) avancés aux systèmes de contrôle et de gestion du trafic.

Les TIC les plus importantes concernent les télécommunications mobiles, **les technologies de localisation et de positionnement**, les capteurs, actionneurs et interfaces intelligents, les calculateurs pour automobiles et les réseaux de communication embarqués à hautes performances.

Enfin les TIC sont de plus en plus utilisées pour **le guidage routier**, **le suivi et la localisation**, ainsi que la facturation à l'usage. **Les transporteurs routiers dépendent** désormais **des TIC pour assurer leur gestion de flotte**, ceci pour une plus grande efficacité et une réduction du coût des équipements.

Le marché des équipements et des services liés à la navigation par satellites à l'horizon 2005-2010 se présente comme suit :



RÉPARTITION DU MARCHÉ DES ÉQUIPEMENTS ET DES SERVICES LIÉS À LA NAVIGATION PAR SATELLITES À L'HORIZON 2005-2010

Le marché européen total en la matière était estimé à plusieurs dizaines de milliards de dollars en 2003. Les retombées économiques (Galiléo : concurrent européen du GPS) sont estimées à environ 200 milliards de dollars en 2020.

Le secteur routier représente la part la plus importante du marché européen. Une des applications directes des services liés à la navigation et aux technologies de localisation et de positionnement, est la gestion de flotte de véhicules par GPS et GSM.

I- 4- <u>Principe de fonctionnement du "système de gestion de flotte de véhicules par GPS et GSM"</u>

Auparavant la technologie GPS *(paragraphe I- 5- 2-)* servait essentiellement d'aide à la navigation pour les automobilistes, se bornant à indiquer la position et le trajet à suivre. Le GPS a ensuite été associé à la technologie GSM *(paragraphe I- 5- 3-)* permettant ainsi de communiquer vers l'extérieur les informations relatives à la position des véhicules. De nombreux services reposant sur le suivi des véhicules (via la technologie GSM/GPS) n'ont cessé de croître et de se diversifier.

Les systèmes de géolocalisation GSM/GPS reposent sur le schéma de principe suivant : une demande d'information est adressée par le biais du réseau GSM. Le récepteur GPS à bord du véhicule calcule en temps réel la position de ce dernier et renvoie l'information par le réseau GSM central (ou par le réseau GPRS). L'affichage de la position du récepteur, et donc des coordonnées du véhicule, peut se faire :

- soit directement sur le récepteur GPS si il est équipé d'un écran ;
- soit sur l'écran d'un micro-ordinateur à l'aide d'un logiciel approprié *(cas de notre application).*

Certaines applications visent les particuliers alors que d'autres sont destinées aux employeurs afin d'assurer la localisation de leurs salariés lorsqu'ils utilisent des véhicules professionnels.

I- 5- Le géo-positionnement et les systèmes d'information géographique

I- 5- 1- Généralités

Le géo-positionnement est la localisation d'une personne ou d'un système nomade (véhicules, téléphones,…) à la surface de la terre. Afin d'obtenir des informations supplémentaires sur un positionnement précis, la localisation trouvée est mise en corrélation avec des systèmes d'information.

Le géo-positionnement est un réel besoin dans le monde de mobilité où nous vivons. Il est encore plus important avec la multiplication des applications qui ont un réel besoin de positions pour fonctionner. Pour réaliser cette localisation il existe différents systèmes :

- les systèmes de positionnement par satellites composés par le GPS, Galiléo, Glonass et Egnos.
- le système de réseau cellulaire, le GSM.

I- 5- 2- Les systèmes de positionnement et de navigation – GPS et Galiléo, Glonass, Egnos

- **GPS**

Le **GPS** (**G**lobal **P**ositionning **S**ystem) est un système global de positionnement par satellite.

Il a été mis en oeuvre par le ministère de la défense Américaine dès les années 1970. De ce fait il est entièrement sous contrôle américain et ceci permet une disponibilité sélective du signal en cryptant certaines informations. Le codage est susceptible de donner aux forces américaines une précision supérieure à celle d'un usager civil. De plus l'armée US se réserve le droit de dégrader l'information, comme par exemple en cas de conflit où les USA sont partie prenante.

Le GPS est un système de positionnement par satellites capable de donner n'importe où sur le globe une position absolue, instantanée, en temps réel, avec une précision de quelques mètres, de jour comme de nuit, et quelles que soient les conditions météorologiques.

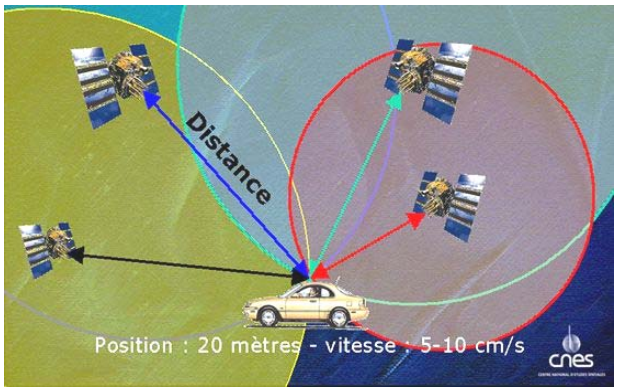
La partie visible est un petit boîtier électronique, qui quel que soit l'heure et le lieu, indique l'endroit exact, l'altitude, la vitesse et l'heure, et ceci avec rapidité et précision.

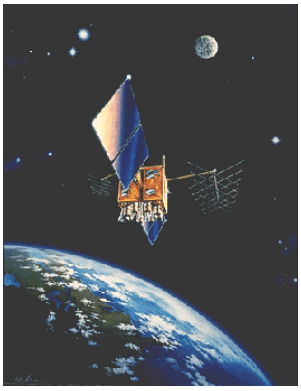
Les utilisateurs sont militaires, civils ou scientifiques dans des domaines d'applications aéronautiques, terrestres ou marines, voire spatiales.

a) Généralités sur la mesure GPS

Des signaux émis par radio à partir d'une constellation de satellites sont reçus par un récepteur au sol, qui en déduit à tout instant, et n'importe où sur Terre, en mer ou dans les airs, une datation précise et sa position en latitude, longitude, altitude.

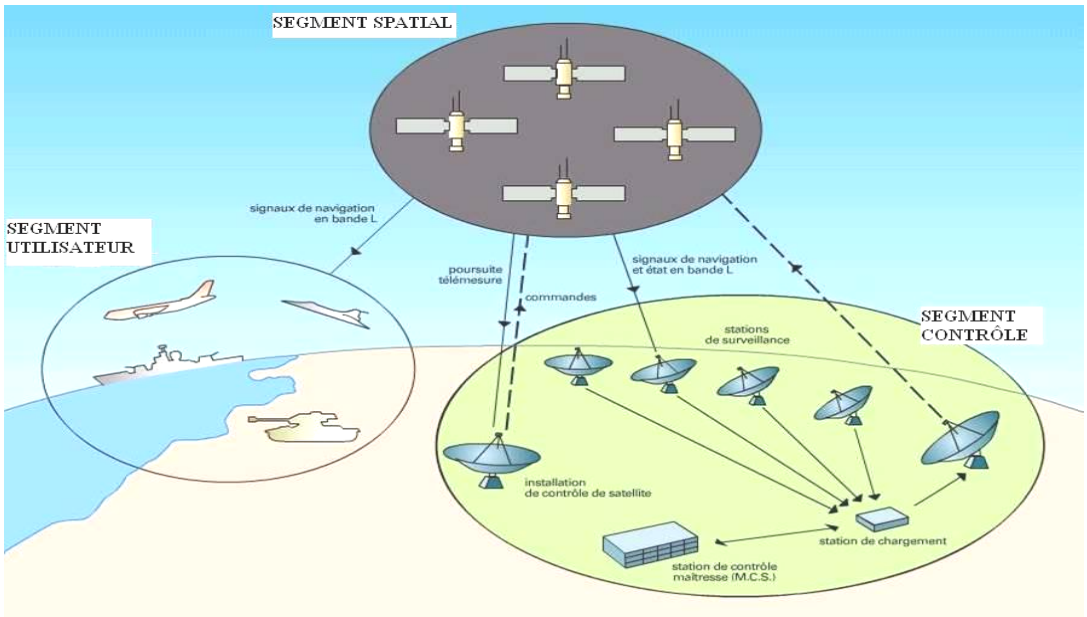
Des traitements appropriés permettent de déterminer la vitesse et de fournir au récepteur, des indications de navigation. L'évaluation de la vitesse se fait par mesure Doppler sur le signal provenant d'un satellite GPS. En effet, le signal perçu par le récepteur GPS n'a pas exactement la même fréquence que lorsqu'il est généré par le satellite. Suivant le principe Doppler, le rapport des fréquences est fonction des positions et des vitesses relatives du satellite et de l'utilisateur.





Satellite NAVSTAR

b) Structure du système GPS - système composé de « trois segments » :



- **Segment spatial** comprend 24 satellites NAVSTAR de 500kg à 800kg répartis sur 6 orbites (~26600km de rayon, déphasées de 60°, inclinées à 55° sur le plan équatorial) à une altitude de 20184 km. Il y a 4 satellites équidistants par plan orbital, et chacun fait le tour de la terre en 12h (11h 58 min) à la vitesse de 3 km/s. Chaque satellite possède une horloge (énergie et précision). Les horloges de l'ensemble de la constellation sont parfaitement synchronisées (précision de 100ns). Cette répartition spatiale garantit la visibilité en permanence d'au moins 6 satellites, en tout point du globe.

- **Segment de contrôle** surveille et maintient l'état de chaque satellite. Il est composé de 5 stations de surveillance au sol dont le rôle est de suivre les satellites pour estimer leur orbite, d'ajuster les éphémérides, de modéliser la dérive des horloges et de remettre à jour les paramètres du message de navigation que les satellites diffusent.
  La station de contrôle maîtresse située aux Etats-Unis, traite toutes les informations diffusées par les satellites y compris les informations de télémesure. Elle calcule les éphémérides et la dérive des horloges des satellites (référence temporelle). De plus elle estime les temps de propagation ionosphérique, et calcule les paramètres du modèle de correction.
  Ces informations sont ensuite retransmises aux satellites de la constellation.

Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

- **Segment utilisateur** rassemble l'ensemble des utilisateurs. Il est formé par des récepteurs GPS qui reçoivent, décodent et traitent les signaux émis par les satellites GPS. Les utilisateurs disposent ainsi d'un moyen unique pour leurs applications de localisation, de navigation, de référence de temps, de géodésie…

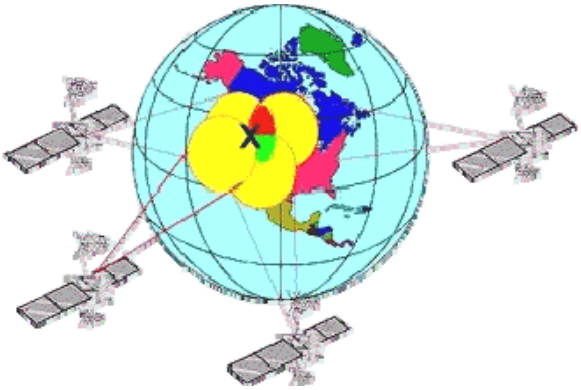
c) Principe de localisation GPS

Positionnement simple sur le globe :

Pour effectuer une mesure correcte, un récepteur doit capter les signaux d'au moins trois satellites (triangulation). On définit ainsi des sphères centrées sur des satellites et dont l'intersection donne la position.

Chaque satellite envoie son propre numéro d'identification, sa position précise par rapport à la terre, ou dans le repère lié à Greenwich, l'heure exacte d'émission du signal. Le récepteur GPS, grâce à son horloge synchronisée sur celle des satellites, détermine le temps que met une onde pour parcourir la distance qui le sépare d'un satellite et la multiplie par la vitesse de la lumière pour en déduire la distance au satellite (pseudo-distance à corriger du fait des perturbations naturelles). La latitude et la longitude du récepteur GPS sur le globe terrestre sont alors connues.

Positionnement en altitude :



Pour connaître en plus de la latitude et longitude, l'altitude, un quatrième satellite est nécessaire. Plus ce dernier sera proche de la verticale de la position du récepteur GPS, plus l'altitude sera fiable. Un algorithme de calcul affine donc la position 3D en utilisant un maximum de satellites. D'ailleurs le récepteur GPS indique de lui même, le nombre de satellites en vue, c'est à dire utilisables.

Par exemple un satellite visible au ras de l'horizon sera inopérant pour calculer l'altitude. Réciproquement un satellite à la verticale du point de localisation donnera un mauvais positionnement horizontal. Pour des appareils évolués, le récepteur affiche le positionnement des satellites utilisés, ce qui permet d'apprécier la qualité de l'information calculée. Certains appareils indiquent même la précision de la localisation.

Coordonnées des satellites :

T1, T2 et T3 sont les dates d'émission des ondes de chaque satellite.

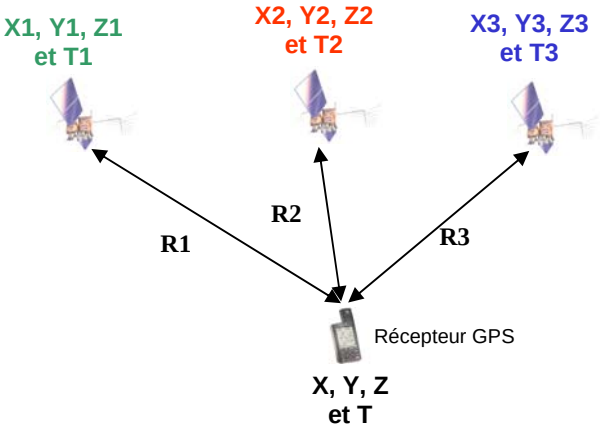
R1, R2 et R3 sont les distances respectives entre les satellites et le récepteur.

Ces distances Ri se déterminent de la manière suivante :

$$Ri = Vitesse \times (T - Ti)$$

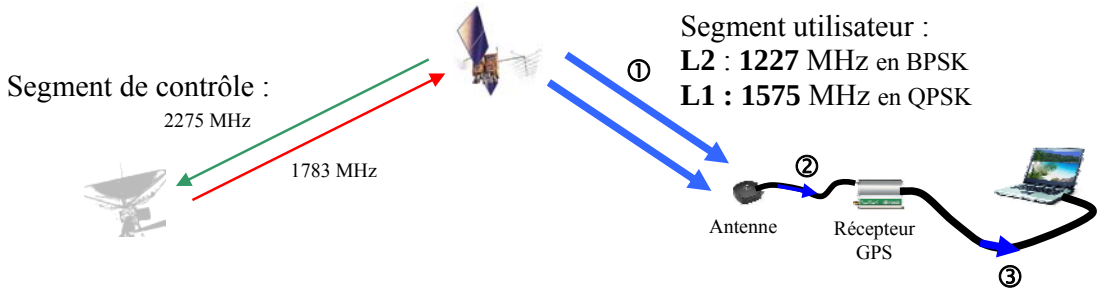
ou bien

$$Ri = \sqrt{(X - Xi)^2 + (Y - Yi)^2 + (Z - Zi)^2}$$



d) Transmission et réception du signal GPS *(voir détails paragraphe III- 2- 2-)*

Les satellites émettent simultanément deux ondes radio (ondes porteuses) délivrées par les horloges atomiques sur une fréquence fondamentale de 10,23 MHz. En multipliant cette fréquence par 154 ou 120, on élabore deux fréquences élevées en bande L[1] : L1 = 1575,42 MHz et L2 = 1227,60 MHz



Ces fréquences ne traversent ni le béton ni un feuillage dense. Il est donc nécessaire que le récepteur soit dans une zone dégagée.

Nota : QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) et BPSK (Binary Phase Shift Keying) sont des modulations de phase.

① Transmission des messages de navigation :

Chaque satellite envoie à intervalle de temps régulier un message de navigation (temps UTC, position satellite, état satellite…). Ce message s'effectue par émission de plusieurs signaux.

Trois types de signaux sont émis :

- Un message de navigation avec l'almanach du système (état de santé, éphémérides, identification, positions, temps, correcteurs d'horloge, etc.), sur la fréquence L1. Le message est constitué de 1500 bits, à 50 Hz (durée 30 s) est appelé trame de communication.
- Un code dit C/A. (Coarse/Acquisition, acquisition grossière du code du message, pour les utilisateurs civils) au rythme de la milliseconde, permettant la mesure de la distance, et qui module L1. Le code de 1023 bits est émis à 1,023 Mbits/s et dure donc 1 seconde. C'est ce signal qui peut être dégradé par une erreur volontaire appelée SA (Selective Availability).
- Un code dit P (Precise Code) à intervalles longs et réservé uniquement aux utilisateurs privilégiés du GPS. Ce code est émis sur L1 et L2 à une fréquence 10 fois plus grande de 10,23 Mbits/s. Sa durée est de 7 jours. Les clients utilisent des clés de décryptage.
  Nota : La fréquence L2 étant réservée exclusivement à l'armée américaine.

Chaque satellite possède son propre code C/A (coarse acquisition) et code P (precise). Le code C/A est dit « modulé » par le message de navigation (modulation de phase).

Depuis 2000, le code P est connu (précision de +/- 3 mètres pour les civils sans restriction). Les militaires ont donc alors introduit un nouveau code pour une meilleure précision (code Y). Ce code Y (code antispoofing AS) est obtenu en multipliant le code P à ≈ 20 KHz (modulation très lente). Y est inconnu, et ne se répète jamais.

[1] Le choix de la bande L dépend en partie du fait que les pertes de propagation en espace libre sont croissantes en f^2 et que la complexité, donc le coût des matériels est également croissant avec la fréquence.

② Réception des messages :

Le récepteur GPS civil connaît tous les codes C/A des 24 satellites. Le récepteur effectue une auto corrélation entre le signal reçu et un signal généré en interne. Ce signal interne est obtenu entre l'horloge du récepteur et le choix d'un code C/A.

Enfin, un décodage et une vérification de la cohérence des informations issues du message sont réalisés en interne.

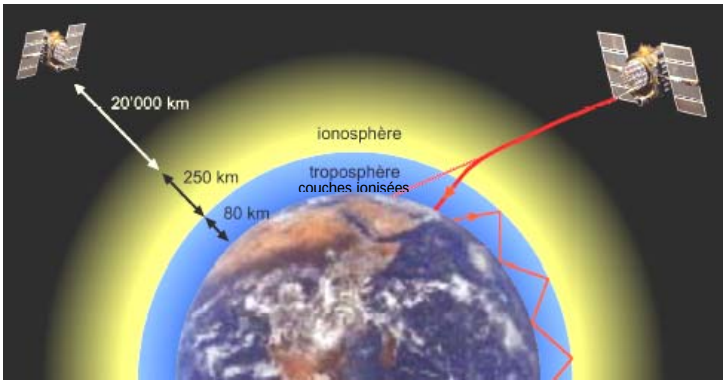
③ Extraction et exploitation des données :

Le récepteur GPS peut alors communiquer ses informations traitées avec son environnement (ordinateur, autre GPS, traceur de route, etc.) selon le protocole de communication NMEA-0183 (National Marine Electronic Association).

e) Précision sur la mesure

L'acquisition du signal est quelque peu « dégradé ». En effet, le signal reçu par le récepteur GPS diffère du signal émis, pour plusieurs raisons. Les principales sources d'erreurs sont dues :

- au bruit du canal de transmission.
- au problèmes de trajectoire des satellites (erreurs d'éphéméride).
- aux couches atmosphériques (troposphère et ionosphère) : elles peuvent engendrer des erreurs sur les résultats de localisation (les signaux sont retardés ou accélérés en traversant les couches).



- au décalage temporel dû au temps de propagation et aux décalages des horloges de l'émetteur et du récepteur.
- au décalage fréquentiel dû à l'effet Doppler et aux instabilités des horloges d'émission et de réception.
- à la SA (Selective Availability) : dégradation volontaire du ministère de la Défense Américaine sur ces signaux, mais cette dernière a été supprimée fin 2000.

D'autres sources d'erreurs sont possibles, elles sont liées à l'environnement dans lequel se trouve le GPS :

- on rencontre le multi-trajet dans des contextes non-dégagés type forêt ou milieu urbain ; les arbres ou les bâtiments sont des obstacles sur la trajectoire du signal, et ce dernier peut alors être absorbé, réfléchi, atténué ou réfracté.
- la dilution de la précision ou DOP : il s'agit de la configuration géométrique formée par les satellites au moment de la retransmission ; il existe plusieurs types d'indicateurs de qualité pour la position en 3D : PDOP, HDOP (horizontale), VDOP (verticale), TDOP (temporelle).
- la qualité intrinsèque du récepteur GPS.

En résumé sur le principe du système GPS :

A intervalles de temps réguliers, les satellites de la constellation émettent des signaux radios comportant :
- le code d'identification de chaque satellite,
- l'instant de temps **t** auquel le signal a été émis,
- sa position et sa hauteur par rapport aux coordonnées géographiques terrestres (3 coordonnées).

Les signaux radio voyagent à 300 000 km/s : le récepteur GPS au sol reçoit ces informations plus ou moins décalées par le temps de propagation de l'onde de chaque satellite en fonction de sa distance. Le récepteur est capable, en synthétisant les données reçues, de calculer sa position par rapport aux satellites et de déterminer sa propre position à quelques mètres près, ainsi que son altitude. Il donne aussi l'heure atomique quel que soit l'endroit où se situe le récepteur sur le globe ou dans les airs.

Avec l'arrivée des satellites de nouvelle génération, de nouvelles fréquences de signal sont créées.
Le GPS est mondialement connu et utilisé mais son principal défaut est que son signal ne traverse pas les mûrs. Donc impossible de se localiser dans un bâtiment fermé. De plus certaines zones géographiques ne sont pas couvertes.

La méthode de correction différentielle permet de corriger en partie tous ces types d'erreurs. Ce principe associé au GPS est le DGPS Differential Global Positionning System (GPS différentiel) **(Annexe 3)**.

Que ce soit sur terre, sur mer, dans les airs ou dans l'espace, ces performances excellentes et le faible coût du récepteur GPS, font de ce système un instrument de navigation très prisé. Même si ses applications sont aujourd'hui très diversifiées, il n'en reste pas moins que les objectifs d'évolution sont aussi très nombreux.

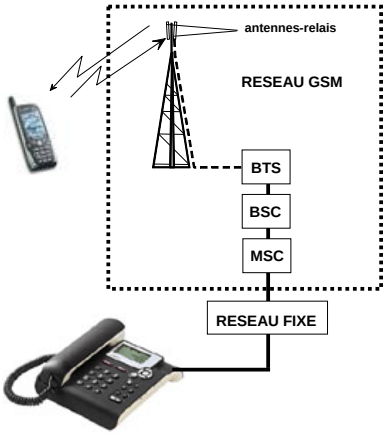
Il existe d'autres systèmes de positionnement et de navigation **(Annexe 4)** :

- Galiléo (futur concurrent européen du GPS)
- Glonass (équivalent russe du GPS)
- Egnos (amélioration des performances du GPS)

I- 5- 3- Les systèmes de transmissions d'informations GSM et GPRS appliqués à la localisation

- **GSM**

Le **GSM** (**G**lobal **S**ystem for **M**obile communication) est un standard pour les communications de téléphonie mobile. Le GSM permet non seulement de transmettre numériquement la voix mais aussi des données informatiques (connexion possible à internet, transmission de fax ou de messages électroniques).

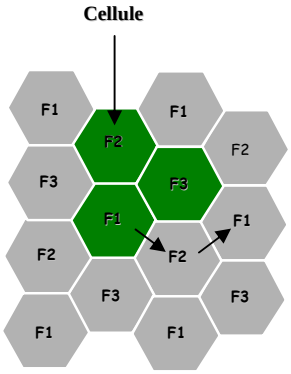


a) Concept de cellules dans le réseau GSM

Les communications GSM nécessitent une installation d'antennes fixes pour gérer l'itinérance et le transfert des informations. Toutes les antennes définissent une **zone de couverture** propre à l'opérateur.

Chaque antenne définie une **cellule**. Ces cellules sont de taille variable (de 1 à 35 Km pour les macro-cellules, de 100 m à 1 Km pour les micro-cellules et de 10 à 100 m pour les pico-cellules).

Chaque cellule possède sa fréquence de communication. Ces fréquences étant limitées en nombre, le concept de cellules mis en place permet de réutiliser la même fréquence dans des cellules suffisamment éloignées.



Pour éviter de gaspiller les fréquences et d'interférer entre les cellules (technique SDMA : Space Division Multiple Access), les cellules adjacentes n'ont pas la même fréquence, de telle sorte que deux communications utilisant la même fréquence ne se brouillent pas.

b) Architecture du réseau GSM

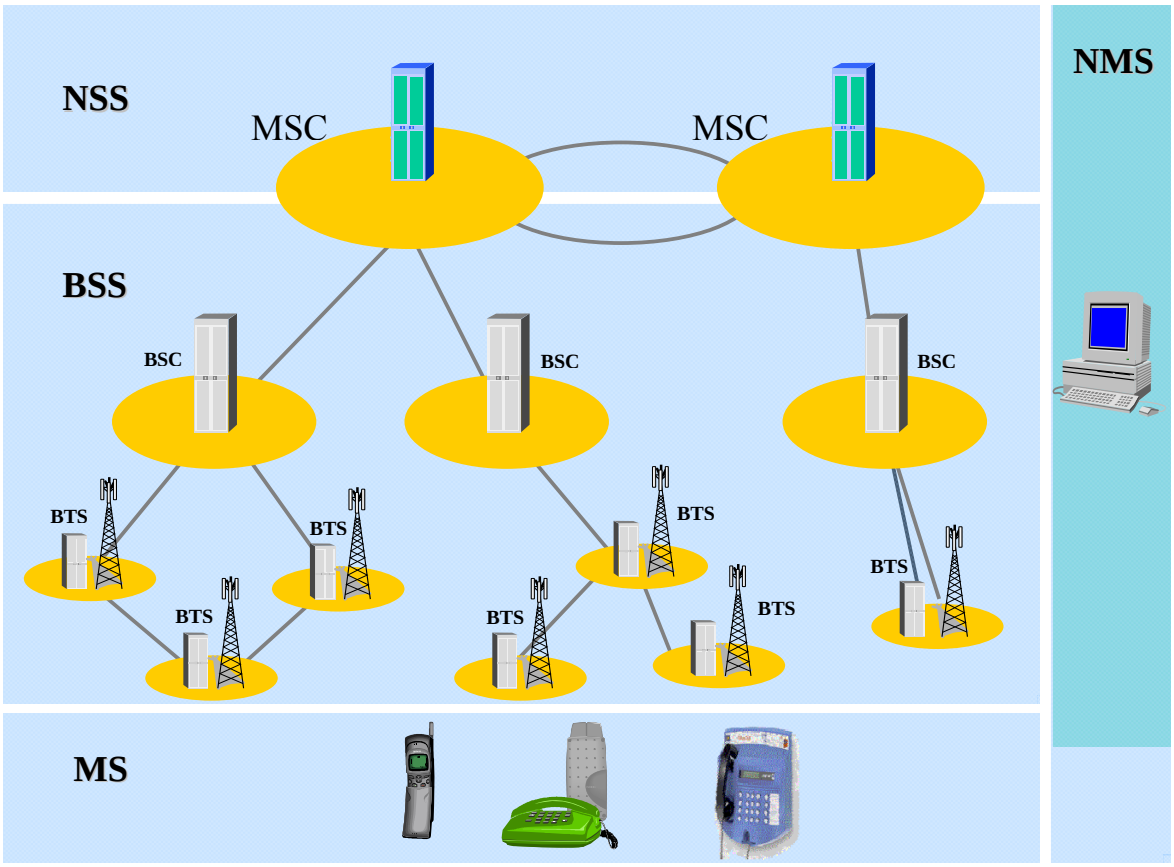
Le réseau GSM est composé de plusieurs entités, lesquelles ont des fonctions et des interfaces spécifiques. La figure page suivante montre les différentes couches du réseau GSM. Le réseau GSM est organisé autour de plusieurs systèmes :

- le **système radio mobile** (**MS** : **M**obile **S**tation) : c'est, par exemple, le téléphone portable transporté par l'utilisateur ; c'est un équipement terminal comportant une carte SIM permettant d'accéder au réseau public (PLMN : Public Land Mobile Network).
- le **système de gestion radio** (**BSS** : **B**ase **S**tation **S**ubsystem) : c'est l'antenne qui contrôle les liaisons radio qui s'établissent avec le téléphone portable ; elle comporte :
  - BTS : Base Tranceiver Station qui est un ensemble d'émetteurs-récepteurs. Elle s'occupe de la transmission radio et peut supporter une centaine de communications simultanées.
  - BSC : Base Station Controller qui est l'organe "intelligent" du BSS, et qui gère la ressource radio. Il commande l'allocation des canaux, utilise les mesures effectuées par la BTS pour contrôler les puissances d'émission des mobiles et/ou de la BTS et prend la décision de l'exécution d'un handover (transfert intercellulaire). C'est également un commutateur qui réalise une concentration des circuits vers le MSC.

- le **sous système réseau** (**NSS** : **N**etwork **S**witching **S**ubsystem) : c'est l'interconnexion des antennes qui permet la connexion d'un mobile vers un autre mobile ou vers un utilisateur du réseau fixe**.** Il comporte :

  - MSC : Mobile-services Switching Center qui est le commutateur du service mobile. Celui-ci gère l'établissement des communications entre un mobile et un autre MSC ainsi que la transmission des messages courts (**SMS**). Il gère la **mobilité des usagers**.
  - VLR : Visitor Location Register qui est une **base de données** qui mémorise les données d'abonnement des abonnés présents dans une zone géographique considérée.
  - HLR : Home Location Register qui est une **base de données** gérant les abonnés d'un PLMN (Public Land Mobile Network). Il mémorise l'**identité internationale** de l'abonné utilisée par le réseau (**IMSI**), le numéro d'annuaire de l'abonné (MSISDN) et le profil de l'abonnement.

- le **système de gestion réseau** (**NMS** : **N**etwork **M**anagement **S**ubsystem) : c'est la supervision du réseau
- l'ensemble forme le **PLMN** : **P**ublic **L**and **M**obile **N**etwork



Organisation du réseau GSM

c) Sécurité des transmissions

La sécurité des transmissions est assurée par :

- un numéro secret pour l'authentification : **IMSI** (**I**nternational **M**obile **S**ubscriber **I**dentity)
- un clé d'authentification **Ki** (128 bits)
- une clé de chiffrement **Kc** (64 bits)
- 3 algorithmes secrets de chiffrement sont utilisé dans le GSM : A3, A8 et A5

d) Bandes de fréquences du réseau GSM

Dans la suite du dossier, l'appellation « Réseau GSM » concerne ses deux variantes GSM 900 et DCS 1800 (cette dernière est également appelée « GSM 1800 »). Les deux variantes fonctionnent sur le même principe et offrent les mêmes fonctions. La seule différence est la bande de fréquences qui se situe autour de 900MHz pour le GSM 900 et 1800MHz pour le DCS 1800. Dans la plupart des pays, chaque opérateur a reçu une licence pour émettre dans les deux bandes, celle du DCS 1800 n'étant utilisée que dans les zones à forte concentration d'abonnés où le réseau GSM 900 est saturé.

Les systèmes de téléphonie mobile GSM 900 et DCS 1800 fonctionnent respectivement à des fréquences voisines de 900 et 1800 MHz. Ces fréquences, ainsi que les bandes passantes associées, sont normalisées au niveau international ; elles sont en nombre strictement limité.

Cas du **réseau GSM 900** :

La bande de fréquences comprise entre **880 et 915 MHz** est utilisée pour la transmission du téléphone mobile vers l'antenne relais, tandis que la bande comprise entre **925 et 960 MHz** est utilisée dans le sens inverse.

Dans la terminologie GSM, la transmission du téléphone mobile vers l'antenne relais est appelée « voie montante » ou « up-link »; la transmission de l'antenne relais vers le téléphone mobile est, quant à elle, appelée « voie descendante » ou « down-link ».

Il faut signaler que les deux bandes de 10 MHz comprises entre **880 et 890 MHz**, d'une part, et entre **925 et 935 MHz**, d'autre part, sont souvent appelées « extended bands » pour des raisons historiques, car attribuées, à la téléphonie mobile, dans un second temps.

Cas du **réseau DCS 1800** :

De manière similaire, les voies montantes et descendantes du DCS 1800 utilisent les bandes comprises entre **1710 et 1785 MHz**, d'une part, et entre **1805 et 1880 MHz**, d'autre part. L'affectation des différentes bandes est résumée dans le tableau ci-dessous.

Bandes de fréquences des réseaux GSM 900 et DCS 1800

Normes	Voies	Bandes de fréquences (MHz)
GSM	Montante	890 - 915
	Descendante	935 - 960
GSM (« extended bands »)	Montante	880 - 890
	Descendante	925 - 935
DCS 1800	Montante	1710 - 1785
	Descendante	1805 - 1880

d) Avantages du réseau GSM

Aujourd'hui, plus d'un milliard d'abonnés dans 205 pays et territoires utilisent le GSM.

Pour établir une conversion dans un réseau GSM, on a besoin de connaître la position de l'abonné dans la cellule (système Cell-ID = identification de la cellule). Par ce principe, un abonné est toujours localisé tant que son téléphone est allumé et ceci même dans des endroits fermés.

La précision se compte en centaines de mètres en ville et en kilomètres en campagne.

Des technologies plus sophistiquées procédant par triangulation permettraient de s'approcher de la précision du GPS. Mais elles ne sont pas d'actualité chez les opérateurs français.

Les grands avantages du GSM sont les suivants :

- seul système actuel de géolocalisation indoor (utilisable dans les espaces fermés, dans les immeubles, les gares ou les aéroports).
- système à la portée des PME pour un coût peu élevé et pour une mise en œuvre simple.
- les terminaux et les cartes SIM existants suffisent.

Pour récupérer les données des différents systèmes cités plus haut, il existe des formats standard ou non. Ces formats permettent l'intégration des données de localisations dans les applications les utilisant directement. On a ainsi :

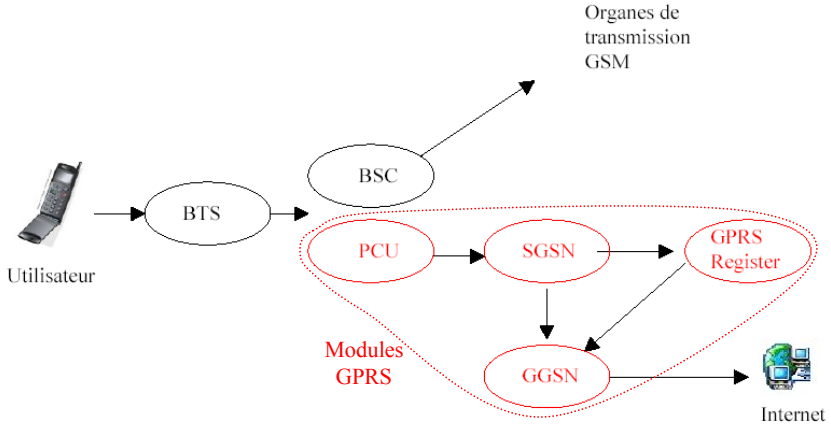
- Le Standard RINEX.
- **Le Format standard NMEA 0183** *(format utilisé pour notre application)*
- Formats basés XML, NVML, POIX, GPSml, ….
- Formats propriétaires (exemple : Garmin et Trimble)

Les applications utilisant le géo-positionnement sont multiples et touchent maintenant tous les domaines : Transport, surveillance d'infrastructures routières et de personnes, loisirs etc.

- GPRS

Les réseaux GSM sont basés sur la commutation de circuit ; par exemple un canal de communication est occupé par un utilisateur pendant toute la durée de la conversation. Ce mode de transmission est parfaitement adapté au transport de la voix qui est continue, mais ne convient pas la circulation de données qui sont sporadiques. Ainsi pour offrir des services de données de meilleure qualité et plus compétitifs, une nouvelle technologie appelée le GPRS fait son apparition dans les réseaux GSM. Elle s'appuie sur la technique de transmission "par paquets".

La technologie **GPRS** (**G**eneral **P**acket **R**adio **S**ervice) permet d'accéder aux services Internet avec un débit efficace maximum de 115kbit/s, contre 9.6kbit/s pour le GSM, et ceci grâce à l'utilisation de multiples canaux radio qui sont attribués à chaque utilisateur ou bien partagés entre plusieurs utilisateurs. Les ressources radio sont allouées dynamiquement et la vitesse de transmission varie beaucoup du fait de la souplesse et de l'adaptabilité du mode de transmission par paquet.



BTS : Base Transceiver Station BSC : Base Station Controller	PCU : Packet Control Unit SGSN :Serving GPRS Support Node GGSN : Gateway GPRS Support Node

Installation de modules GPRS par rapport au GSM

II- Description du "Système de Gestion de Flotte de Véhicules par GPS et GSM"

II- 1- Présentation du système

Le "Système de Gestion de Flotte de Véhicules par GPS et GSM" utilise, le principe de positionnement par satellites GPS pour situer géographiquement des véhicules de transport, ainsi que le réseau GSM pour transmettre les trames NMEA par SMS.

Ce système est constitué de deux sous-systèmes :

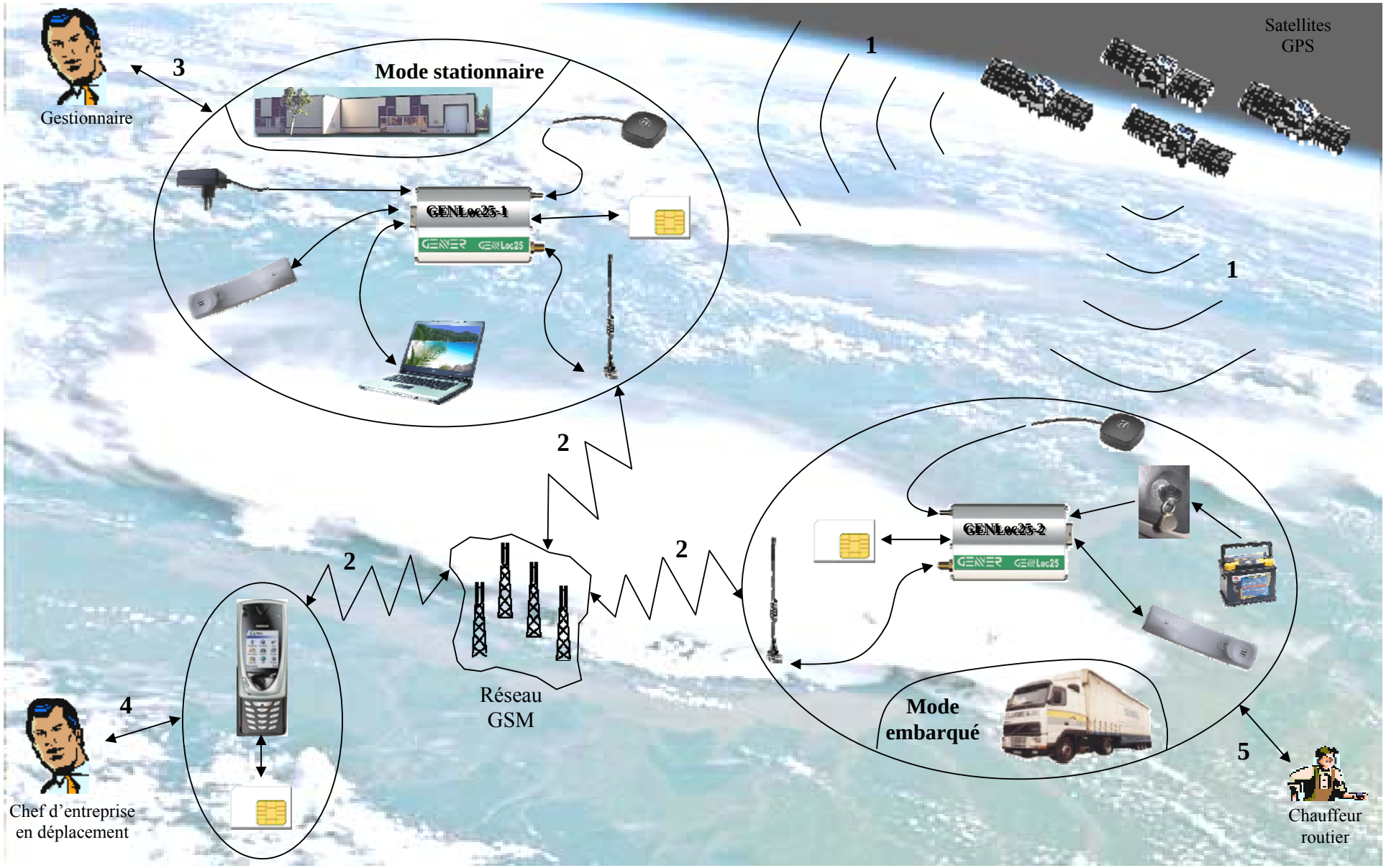
- un sous-système en **mode stationnaire** qui se situe dans les locaux de l'entreprise de transport,
- un sous-système en **mode embarqué** qui se situe dans chacun des véhicules constituant la flotte de l'entreprise.

Chaque sous-système s'articule autour d'un boîtier GENLoc31 fabriqué par la société ERCO & GENER. Le boîtier GENLoc25 intègre un récepteur GPS et un modem GSM, ainsi que des interfaces (audio, de commande, de carte SIM, de visualisation, avec un PC).

Au niveau du sous-système en **mode embarqué**, associé à une antenne GSM, le boîtier **GENLoc31-2** traite les informations envoyées par un minimum de quatre satellites pour établir la position du véhicule et traduire la trame au format NMEA, image de sa position géographique, constituée entre autres de l'état du résultat, l'heure, la date, la latitude, la longitude, la vitesse et le nombre de satellites en vue de l'antenne. Cette trame est envoyée sous forme de SMS par l'intermédiaire du modem et d'une antenne via le réseau GSM.

Au niveau du sous-système en **mode stationnaire**, associé à une antenne GSM, le boîtier **GENLoc31-1** reçoit la trame NMEA et la traite pour la transmettre au PC par la liaison RS232. Cette trame peut être affichée et lue sous forme de texte à l'aide du logiciel Hyper Terminal de Microsoft. Elle peut aussi être interprétée par le logiciel Carto Exploreur de Bayo ou µ-center de µ-blox pour visualiser la position géographique du véhicule sur une carte IGN.

II- 2- Diagramme sagittal



II- 3- Présentation des objets techniques constituant le diagramme sagittal

- **Le système GPS**

Le système GPS, opérationnel depuis 1995, comporte 28 satellites de positionnement (24 satellites «titulaires» et 4 satellites de réserve en cas de dysfonctionnement) en orbite quasi-circulaire autour de la Terre, formant un angle de 55° avec l'équateur et de 60° avec chacune des autres orbites, à une altitude de 20200 km. Les satellites ont une période de révolution de 1 jour sidéral (11 h 58 min).

La constellation a été conçue de telle manière que partout sur Terre, on puisse voir de 4 à 8 satellites à tous moments.

Chaque satellite émet des ondes électromagnétiques contenant un signal indiquant l'état du satellite, l'heure et la date d'émission et l'orbite qu'il suit.

La constellation GPS

- **L'antenne GPS**

L'antenne recevant les ondes électromagnétiques émises par les satellites GPS, est de type «galet» magnétique, conçue pour une utilisation horizontale en extérieur. Sa connectique SMB-F permet un branchement direct sur le GENLoc31. Elle est alimentée directement par le GENLoc31. Son amplification interne offre un gain de +26dB.

- **Le boîtier GENLoc31**

Entièrement dédié à la géolocalisation et aux services informatiques embarqués, le boîtier GENLoc31 associe :

- un modem GSM destiné à la transmission de SMS et de voix,
- un récepteur GPS destiné au positionnement,
- une interface RS232, permettant la liaison avec un PC,
- une interface audio, permettant la connexion d'un combiné téléphonique.

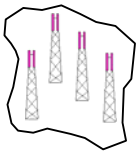
Les données GPS reçues peuvent être transmises par SMS ou communication data GSM/GPRS.

Le modem est bi bande (900/1800 MHz) et GSM/GPRS classe 10.

Le boîtier GENLoc31 peut être alimenté :

- par une alimentation 230 Vac / 12 Vdc – 1.25 A,

- ou par la batterie du véhicule.



- **Le réseau GSM**

Le réseau GSM est constitué d'antennes relais fixes permettant une liaison radio avec les téléphones portables. Cette liaison radio autorise l'itinérance de l'utilisateur, donc la communication téléphonique à partir de tout point du réseau.

- **L'antenne GSM**

L'antenne GSM permet la réception et l'émission des ondes radio représentatives d'un SMS ou de la voix. Sa connectique SMA-M permet un branchement direct sur le GENloc31. Son amplification offre un gain de +0dB.

- **Le PC**

L'ordinateur PC peut être connecté via une liaison RS232 au boîtier GENLoc31.
Il permet :

- le paramétrage et la commande du boîtier GENLoc31 à l'aide du logiciel Hyper Terminal de Microsoft et des commandes AT Hayes,
- après réception de la trame NMEA par le boîtier GENLoc31 :
  - de l'afficher à l'aide du logiciel Hyper Terminal de Microsoft,
  - de repérer la position sur carte IGN et d'afficher les informations de positionnement du véhicule (longitude, latitude, altitude, vitesse, …) à l'aide du logiciel CartoExploreur de Bayo ou du logiciel µ-center de µ-blox

- **La carte SIM** (Subcriber Identify Module)

La carte SIM s'insère dans le tiroir prévu du boîtier GENLoc31. Elle est nécessaire pour pouvoir utiliser le réseau GSM. C'est une mémoire contenant les paramètres d'identification du modem GSM intégré au boîtier GENLoc25 par rapport au réseau GSM.

- **Le combiné téléphonique**

Le combiné téléphonique se connecte au boîtier GENLoc31 par l'intermédiaire d'un câble audio spécifique. Il permet la communication téléphonique via le réseau GSM.

- **Le téléphone portable et sa carte SIM**

Le téléphone portable permet via le réseau GSM :

- d'être informé de la position du véhicule par réception de SMS (longitude, latitude, altitude, vitesse, …),
- d'avoir une conversation téléphonique avec le chauffeur routier.

- **Le contact du véhicule**

Lors du démarrage du véhicule le boîtier **GENLoc31-2** est mis sous tension. Il envoie alors régulièrement :

- la position du véhicule par SMS via le réseau GSM au patron,
- la position du véhicule via le réseau GSM au boîtier **GENLoc31-1**.

II- 4- Définitions des liaisons du diagramme sagittal

- **Liaisons 1**

  Ondes électromagnétiques contenant les informations émises par les satellites GPS et reçues par les antennes GPS, entre autres :
  - état du satellite,
  - heure et date d'émission,
  - orbite suivie, …

- **Liaisons 2**

  Ondes radio échangées entre le réseau GSM et les antennes GSM, contenant :
  - des SMS,
  - de la voix.

- **Liaison 3**
  - Installation, paramétrage et commande du boîtier GENLoc31,
  - Installation et utilisation des logiciels sur le PC,
  - Communication téléphonique avec le chauffeur routier via le réseau GSM,
  - Visualisation de la position géographique du véhicule.

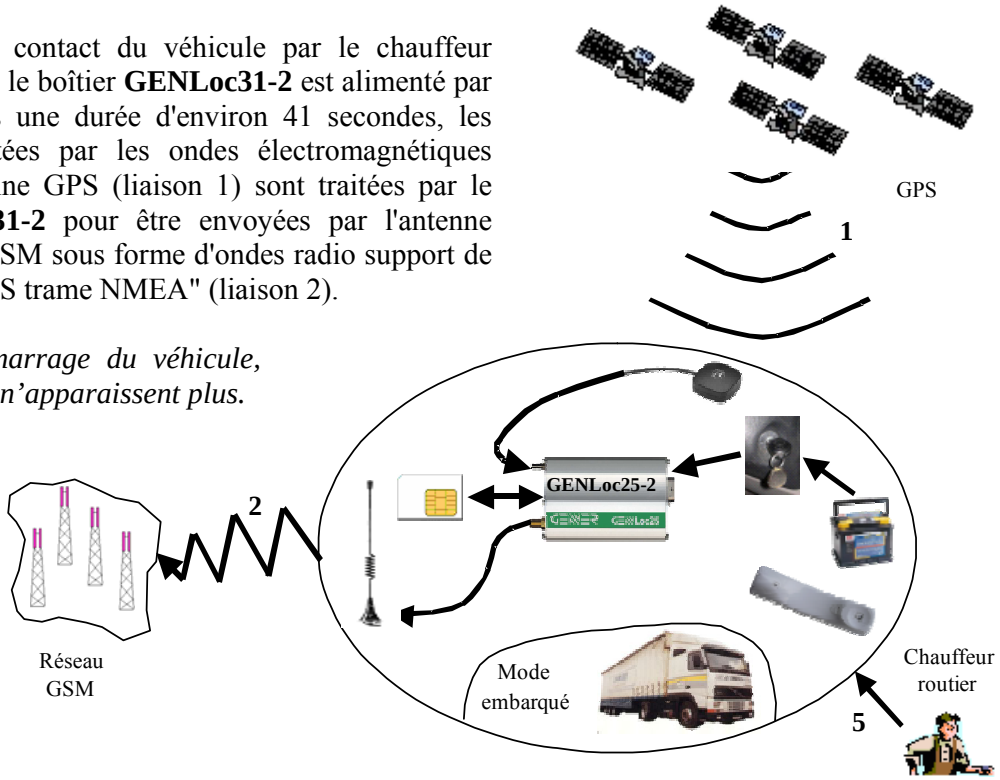
- **Liaison 4**
  - Réception de SMS indiquant la position du véhicule (longitude, latitude, altitude, vitesse),
  - Communication téléphonique avec le chauffeur routier via le réseau GSM,

- **Liaison 5**
  - Conduite du véhicule,
  - Communication téléphonique avec le patron ou le gestionnaire via le réseau GSM,

II- 5- Cheminement de l'information au démarrage du véhicule

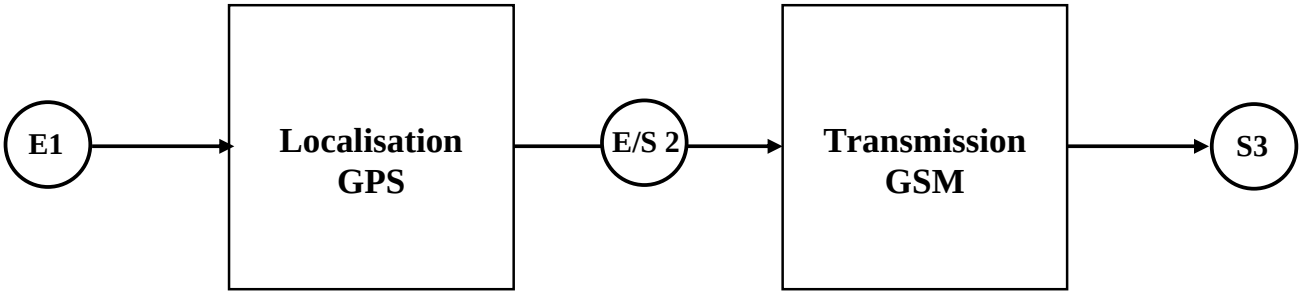
A la mise du contact du véhicule par le chauffeur routier (liaison 5), le boîtier **GENLoc31-2** est alimenté par la batterie. Après une durée d'environ 41 secondes, les informations portées par les ondes électromagnétiques reçues par l'antenne GPS (liaison 1) sont traitées par le boîtier **GENLoc31-2** pour être envoyées par l'antenne GSM au réseau GSM sous forme d'ondes radio support de l'information "SMS trame NMEA" (liaison 2).

Nota : Au démarrage du véhicule, certaines liaisons n'apparaissent plus.



II- 6- Etude fonctionnelle associée à la fonction d'usage du système

II- 6- 1- Schéma fonctionnel



Définitions Entrées / Sorties :

- **E1** : Position géographique du véhicule,
- **E/S 2** : Information trame NMEA image de la position du véhicule,
- **S3** : Visualisation de la position du véhicule.

II- 6- 2- Fonction d'usage

Le système de "Gestion de Flotte de Véhicules par GPS et GSM" permet de :

- **localiser** par GPS la position géographique d'un véhicule,
- **transformer** cette position en trame NMEA,
- **transmettre** cette trame NMEA via le réseau GSM,
- **visualiser** la position du véhicule sur carte IGN à l'aide de logiciels sur PC.

III- Étude fonctionnelle de l'objet technique OT1 "Boîtier GENLoc31"

III- 1- Présentation de la fiche technique du boîtier GENLoc31

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES GenLoc 31e

FONCTIONS GSM / GPRS
- E-GSM 900/1800 MHz (ou 850/1900MHz en option)
- ETSI GSM Phase 2+
- Classe 4 (2W @ 900 MHz)
- Classe 1 (1W @ 1800 MHz)
- SIM Toolkit Release 99

FONCTIONS VOIX
- Voix (mode GSM)
- Téléphonie, Numéros d'urgence 112
- Full Rate, Enhanced Full Rate, Half Rate (FR/EFR/HF)
- Annulation d'Echo et Réduction de bruit
- Full Duplex Mains Libres

FONCTIONS DATA
- GPRS Classe 10 (Jusqu'à 4Rx / 2Tx)
- Supporte le PBCCH, Schémas de codage : CS1 à CS4
- Circuit de Données asynchrones, transparent et non-transparent jusqu'à 14400 bits/s
- SMS point à point MT/MO et SMS CB

FONCTIONS GPS
- Récepteur µblox 16 Canaux
- Précision :
  - 2,5 mètres CEP
  - GPS 2m CEP
  - Compatible A-GPS
- Temps d'acquisition :
  - Démarrage à chaud : < 3,5 sec
  - Démarrage à froid : 36 sec
- Temps de ré-acquisition après perte du signal < 1 s
- Haute Sensibilité : -158 dBm en Tracking
- Protocoles :
  - NMEA-0183 Input/output
  - UBX binary input/output
  - RTCM in
- Alimentation intégrée pour antenne GPS active 3V
- Détection de défaut d'antenne (absence ou court-circuit)

INTERFACES
- Antennes, 2 connecteurs séparés :
  - GSM : SMA-F
  - GPS : SMB-M
- Alimentation : 5.5 à 32 Vdc (connecteur micro-FIT)
- RS232 + Audio à travers une Sub-D 15 points femelle
- Commandes AT : GSM 07.05 et 07.07
- Commandes AT spécifiques GenLoc 31e :
  - Multiplexage DSR / position (NMEA)
  - Multiplexage DTR / position (NMEA)
- 3 Entrées opto-couplées de 3Vdc à 32Vdc (connecteur micro-FIT)
- 1 sortie Collecteur-ouvert 60Vdc - 1A (Connecteur micro-FIT)
- Lecteur SIM (SIM 3V - 1,8V)
- Sortie Buzzer
- Watchdog
- Câbles Alimentation et Entrées/Sorties inclus

CONSOMMATION MOYENNE
- GSM 900 MHz : 105 mA @ 12 V en communication
- GSM 1800 MHz : 80 mA @ 12 V en communication
- Mode repos : 5 mA @ 12 V (GPS désactivé)
- GPS : 38 mA @ 12 V

ENVIRONNEMENT & MECANIQUE
- Température en fonctionnement : - 20°C à + 55°C
- Température en stockage : - 30°C à + 85°C
- Boîtier aluminium IP31 :
  Hauteur 25 mm x Longueur 73 mm x Largeur 54 mm
- Poids : 95g

AGREMENT
- R&TTE (Radio & Telecom. Terminal Equipment)
- Agrément automobile : E24 10R-020250 (Marquage "E")

OPTIONS
- Extension mémoire Flash
- Détecteur de choc
- 850/1900MHz
- Librairie TCP/IP (PPP RFC, TCP Socket, UDP Socket, SMTP, POP3, FTP)
- Antenne µblox magnétique GPS (SMB-F) recommandée (ref: 60302B1501)
- Antenne GSM (SMA-M)
- Câble série Data - 15M/9F ou câble Data / Audio - 15M/9F/RJ9
- Alimentation 230 Vac - 12 Vdc
- GenBlue 10e :
  Adaptateur Bluetooth® / RS232 auto-alimenté

VIRAGE - Edition 10/2006 - Afin d'améliorer ses produits, ERCO & GENER se réserve le droit de modifier à tout moment et sans aucun préavis les produits décrits dans cette documentation.

erco&gener
L'esprit Modem
ZI de St Lambert-des-Levées - BP 30163 - F-49412 SAUMUR Cedex
Tél. : +33 (0)2 41 83 13 00 - Fax : +33 (0)2 41 67 19 20 - www.ercogener.com - infos@ercogener.com
SA CAPITAL 183244 euros - R.C. SAUMUR B 332 174 820 - SIRET 332 174 820 00032 - NAF 322A - TVA Intra : FR 16 332 174 820

ERCO & GENER est depuis 1998 un distributeur de la société WAVECOM (créée en 1993). Cette dernière conçoit, développe, fabrique et commercialise des modules GSM/DCS/GPRS et GPS intégrés.

Tous les produits WAVECOM intègrent la technologie WISMO.

WISMO™ (Wireless Standard Module) est un composant de base intégrant le matériel et le logiciel nécessaires pour assurer les communications sans fil dans tout type d'application :

- Téléphonie
- Automobile, transport
- Multimédia
- Télémétrie

Wavecom conçoit, fabrique et vend des modules de radiocommunication sans fil aux équipementiers automobiles.

Les modules WISMO™ de Wavecom permettent d'intégrer la fonction GSM/GPRS dans les systèmes télématiques des voitures, que ce soit pour des téléphones intégrés mains-libres ou pour des systèmes d'aide à la navigation. Ces systèmes permettent de fournir aux automobilistes des informations interactives sur la circulation, des itinéraires, des fonctions d'assistance, d'appels d'urgence, voire des fonctions de gestion logistique en temps réel. Le champ de ces applications est donc très large et très prometteur **(Annexe 5)**.

ERCO & GENER commercialise des produits associant cette technologie WISMO à la technologie GPS : les **boîtiers GENLoc31** ; ce qui en fait des produits parfaitement adaptés à la localisation et le suivi de flotte de véhicules.

Ces boîtiers GENLoc31 sont donc constitués :

- d'un modem GSM destiné à la transmission de données binaires en asynchrone, fax, SMS et voix ;
- d'un GPS destiné au positionnement.

- <u>Services rendus</u>

Solution légère de localisation pour le transport routier. Déplacements internationaux et livraisons locales ; suivi de remorques ; protection des biens et des personnes.

- <u>Public visé</u>

Tous les acteurs du transport routier.

- <u>Avantages des systèmes de géolocalisation GSM/GPS</u>

Possibilité de consulter des :

- Positions sur une carte géographique précise (sur PC)
- Données techniques
- Données en temps réel ou dans un rapport synthétique

Possibilité de recevoir automatiquement :

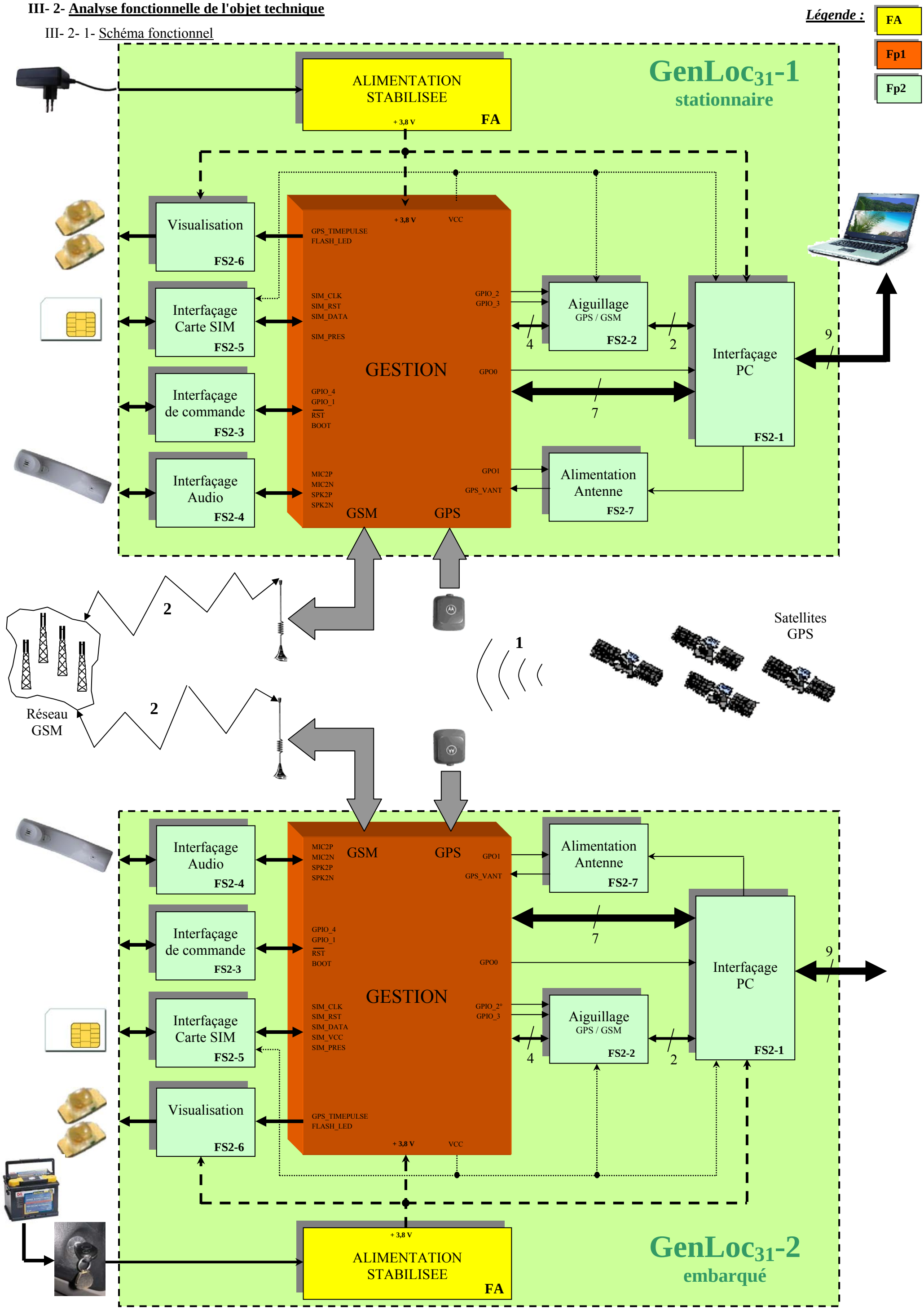
- Toutes les informations ci-dessus pour stockage ou intégration dans des logiciels
- Des messages SMS

Possibilité de configurer la surveillance, à partir de n'importe quel PC accédant à Internet :

- Fréquence d'envoi des messages et positions
- Surveillance globalisée de plusieurs véhicules
- Choix du destinataire des messages

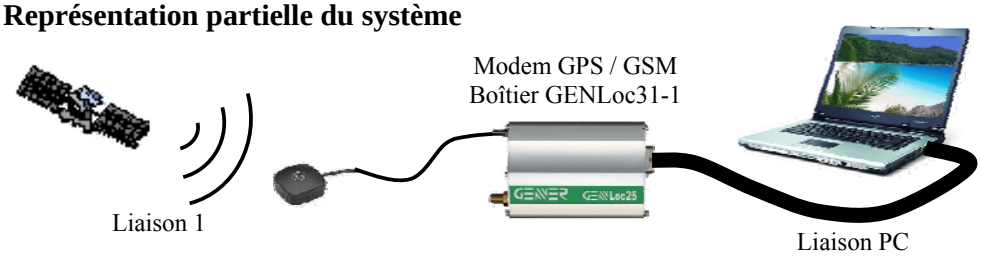
III- 2- Analyse fonctionnelle de l'objet technique

III- 2- 1- Schéma fonctionnel



III- 2- 2- Caractérisation du signal d'entrée (liaison 1) et du signal de sortie (liaison PC)

- **Représentation partielle du système**



- **Transmission du message de navigation (liaison 1)**

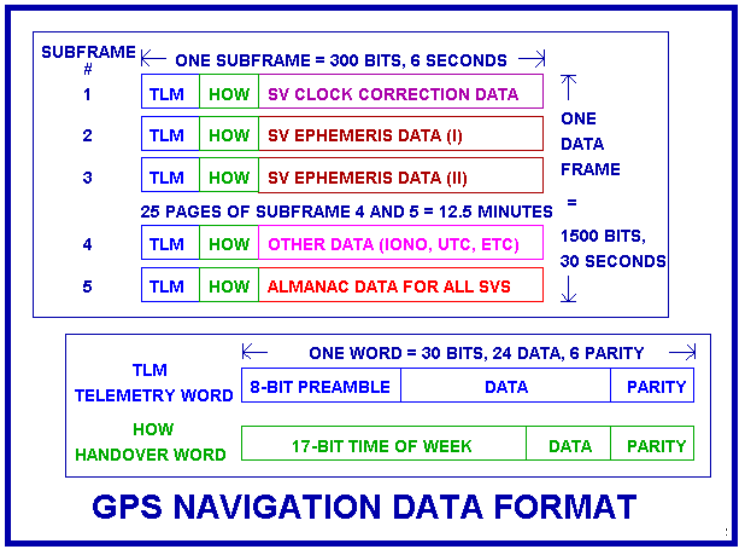
Format du message :

Chaque satellite GPS émet un message de navigation qui contient toutes les données nécessaires au récepteur pour effectuer les calculs de navigation (orbite du satellite, correction d'horloges, etc.).

Ce message est une suite de données binaires transmises en mode série à 50 bits/s (50 Hz, soit donc 0,02s /bit). Il est composé de 5 sous-trames de 300 bits chacune (10 mots de 30 bits). Donc pour chaque sous trame il faut (300 × 0,02 = 6s). Une trame comporte donc 1500 bits et il faut 30 secondes au récepteur pour l'acquérir entièrement.

Ces données comprennent :

- une information de l'état de santé du satellite.
- les informations nécessaires à l'acquisition du code du message.
- les informations de précision du satellite
- une information concernant le retard de propagation dû à la ionosphère
- les éphémérides du satellite



Avec :

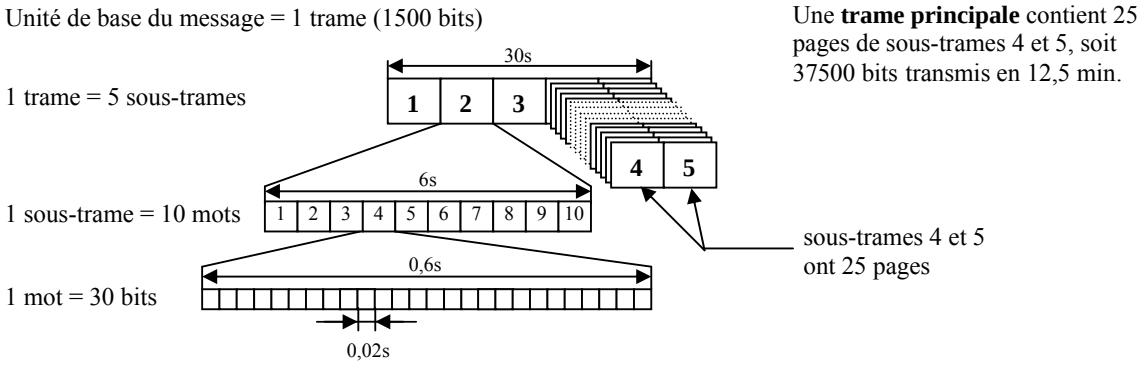
- Clock data : décrit l'horloge du satellite et sa relation avec le temps GPS.
- Ephemeris data : décrit l'orbite du satellite. Les données sont mises à jour toutes les heures et restent valides pour 4 heures sans trop d'erreurs.
- Almanacs data : décrit les orbites de tous les satellites.
- Chaque message délivre les données sur la ionosphère qui permettent de calculer les délais à travers cette dernière depuis n'importe où et à n'importe qu'elle heure.
- L'heure GPS est calée sur l'heure universelle (UTC, Universal Coordinated Time).

Les sous-trames 1 à 3 ont leur contenu qui ne change pas en général de trame en trame alors que les sous-trames 4 et 5 contiennent différentes 'pages' à chaque trame.

La trame principale contient à son tour toutes les pages des sous-trames 4 et 5 et consiste en 25 trames complètes. Le temps de transmission de la trame principale est de 12,5 minutes.

Chaque bit a une durée de 20ms. Dans cette durée, le code C/A (1023 moments à 1,023MHz) est répété exactement 20 fois.

Les 30 bits de chaque mot se décomposent en 24 bits d'information et 6 bits de contrôle de parité.



Format du message de navigation GPS

<u>Contenu du message :</u>

Le contenu de chaque sous-trame est particulier à la sous-trame :

- La sous-trame 1 contient les paramètres de correction d'horloge, différents indicateurs et l'age des données.
- Les sous-trames 2 et 3 contiennent les éphémérides du satellite transmettant le message.
- La sous-trame 4 contient suivant les pages, les paramètres du modèle ionosphérique, les paramètres de passage du temps GPS en temps UTC, des indicateurs signalant le cryptage éventuel du code P, et si plus de 24 satellites sont en orbite, l'almanach et état de santé des satellites en excès. Certaines pages sont réservées.
- La sous-trame 5 contient de la page 1 à 24 les almanachs de chaque satellite en orbite. La page 25 contient l'état de santé de ces 24 satellites.

L'almanach est une information qui permet de calculer une position approximative d'un satellite. Il est utilisé pour déterminer si un satellite est visible (situé au dessus de l'horizon). Ceci facilite la recherche des satellites et leur acquisition. L'almanach permet d'avoir une idée du Doppler du signal satellite. En centrant la recherche en fréquence sur ce Doppler, on raccourcit les temps d'acquisition.

Une fois un satellite acquis et son message démodulé, le récepteur utilise les éphémérides.

Chaque sous-trame commence par un mot de télémesure (TLM) dont le préambule est fixe et identique pour tous les satellites opérationnels. Ce préambule permet la synchronisation mot du message.

Le mot de télémesure est suivi du mot HOW (Hand Over Word) qui multiplié par 4 donne le temps GPS au début de la sous-trame suivante. Ce temps est le temps écoulé depuis le début de la semaine GPS (dimanche 0h00). Le HOW s'incrémente toutes les 6 secondes.

Ce temps permet d'initialiser le code P, long d'une semaine, en vue de son acquisition.

Nota : Certaines pages de la sous-trame 4 contiennent des informations supplémentaires de correction de la dérive du temps des satellites. Ces données sont rafraîchies plus rapidement (toutes les 15 min environ) par le segment de contrôle. A chaque fois qu'un nouveau satellite apparaît, le récepteur vérifie l'age de ces données et le cas échéant les introduit dans le traitement de navigation (correction des pseudo-distances).

- **Réception du message : décodage et démodulation par le récepteur GPS (boîtier GENLoc31)**

Les récepteurs GPS mesurent le signal codé (par C/A + P sur la fréquence L1, par P seul sur L2).
Pour calculer **un temps de trajet** (donc **une distance avec le satellite**), les récepteurs GPS comparent ces signaux reçus (émis en temps satellites) avec le même signal généré à l'intérieur du récepteur (en temps récepteurs).

Si le code C/A et le code P sont reçus, et que la AS (AntiSpoofing) n'est pas activée, alors tous les codes seront décodés.

Si la AS est activée, le code C/A et le code P sont toujours connus, cependant le code P a été remplacé par le code Y, qui lui est inconnu. Il existe alors un moyen pour le décodage :
- sur L1, pas de problèmes de détection car certains paramètres sont connus : en effet, les codes C/A et Y sont décalés en phase de 90°, et la fréquence du code Y est 10 fois plus haute. Avec un diagramme de phase, et après un moyennage calculé en interne, l'ensemble C/A + Y se comportera comme le code C/A, qui lui est connu.
- sur L2, pas de signal C/A.

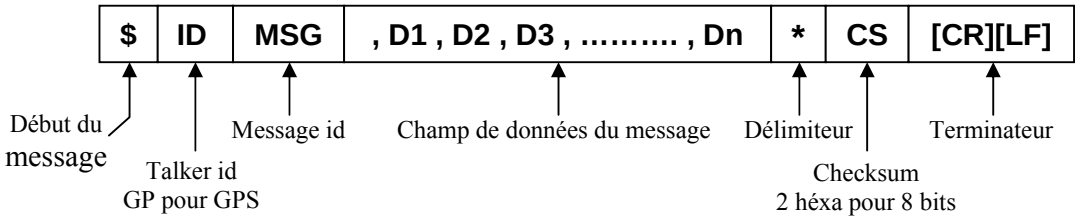
- **Extraction et exploitation des données : Le protocole NMEA (liaison PC)**

Le protocole NMEA-0183 (National Marine Electronic Association) est un langage employé par le récepteur GPS pour discuter avec son environnement (ordinateur, autre GPS, traceur de route, etc.) via une liaison série.

Chaque trame NMEA se compose d'une séquence de lettres et de chiffres. Elle se compose :

- ❑ d'un préfixe (un symbole, le $ en principe),
- ❑ d'un en-tête de longueur fixe (5 lettres) qui indique au récepteur (un microprocesseur par exemple) le sens des informations qui le suivent,
- ❑ d'un texte de longueur variable

<u>Format de la trame NMEA :</u>



Pour connaître la fin de la chaîne il faut trouver le caractère "Retour Chariot" parfois accompagné du caractère "Nouvelle ligne". D'autres paramètres sont à connaître comme ceux de la liaison série :

- ■ 4800 bauds (9600 bauds pour configuration Hyper Terminal)
- ■ 8 caractères
- ■ pas de parité
- ■ 1 bit de stop

Elle doit être aux normes EIA-422A même si la norme RS-232 (voltage, ligne de masse etc…) fonctionne très bien.

Exemple de réception de trames NMEA :

Partie d'en-tête

LA séquence la plus intéressante pour un positionnement

```
$GPBOD ,,T,,M,,*47
$GPRTE ,1,1,c,0*07
$GPRMC,154354,A,4856.189,N,00225.605,E,000.0,211.1,191097,002.6,W*6F
$GPRMB ,A,,,,,,,,,,,V*71
$GPGGA ,154354,4856.189,N,00225.604,E,1,03,2.9,37.3,M,47.6,M,,*72
$GPGSA ,A,3,02,,,,,,26,27,,,,,2.9,2.9,1.0*30
$GPGSV ,2,1,08,02,56,112,50,09,14,244,00,10,39,186,00,17,17,296,00*73
$GPGSV ,2,2,08,19,06,066,00,23,08,322,00,26,54,296,49,27,45,064,47*75
$PGRME ,68.3,M,150.0,M,164.8,M*1C
$GPGLL ,4856.189,N,00225.604,E,154354,A*20
$PGRMZ ,122,f,3*1A
$PGRMM ,WGS 84*06
$GPBOD ,,T,,M,,*47
$GPRTE ,1,1,c,0*07
$GPRMC,154356,A,4856.188,N,00225.603,E,000.0,211.1,191097,002.6,W*6A
$GPRMB ,A,,,,,,,,,,,V*71
$GPGGA ,154356,4856.188,N,00225.603,E,1,03,2.9,37.3,M,47.6,M,,*76
$GPGSA ,A,3,02,,,,,,26,27,,,,,2.9,2.9,1.0*30
```

La séquence la plus importante pour connaître sa position est celle qui débute par : **$GPRMC**

Il existe d'autre séquence telle que :

$GPRMB = Information minimales de navigation
$GPRMC = Données spécifiques minimum de travail
$GPVTG = Piste (track) bonne sur le sol
$GPGGA = Données globales du système de positionnement

Name	Example	Units	Description
Message ID	$GPRMC		RMC protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Speed Over Ground	0.13	knots	
Course Over Ground	309.62	degrees	True
Date	120598		ddmmyy
Magnetic Variation[a]		degrees	E=east or W=west
Checksum	*10		
CR LF			End of message termination

Exemple d'analyse d'une séquence reçue :

$GPRMC ,**154356**,A,**4856.188,N**,**00225.603,E**,000.0,211.1,**191097**,002.6,W*6A /*68 caractères*/

Traduction des points importants :

$GPRMC = en-tête protocole RMC
154356 = heure de réception (unité UTC) : heure - minutes - secondes
A = donnée valide (sinon V : donnée non valide)
4856.188,N = 48° 56 minutes 188 millièmes de secondes, N déclinaison North
00225.603,E = 002° 25 minutes 603 millièmes de secondes, E longitude East
191097 = date : ici 19 octobre 1997

La **latitude** fait toujours **8 caractères + la lettre** : la latitude varie de 0° (niveau équateur) à 90° (niveau des pôles Nord ou Sud).

La **longitude** fait toujours **9 caractères + la lettre** : la longitude comporte 3 chiffres de 0 à 180° East ou West.

Les commandes AT :

La plupart des modems disposent d'un jeu de commandes textuelles qui peuvent être appelées en mode de commande. Le jeu le plus courant de commandes textuelles est appelé jeu **AT** ou Hayes, du nom de l'entreprise ayant commercialisé les premiers modems dits intelligents.

Le jeu se compose de commandes simples préfixées par AT. En général, ces deux codes sont utilisés pour synchroniser le modem à la bonne vitesse. Il est donc recommandé de les taper avec la même casse. Les commandes agissent sur des registres internes (WIOW, etc…) qui sont manipulables directement. Il est souvent possible de sauvegarder la configuration dans une mémoire interne non volatile.

Les fabricants fournissent avec le modem de la documentation suffisante pour la paramétrisation.

Ces commandes AT permettent, entre autre, de pouvoir :

- envoyer les trames NMEA sur un PC via la liaison série, afin d'être exploitées par un logiciel de cartographie qui localise la position du récepteur GPS,
- envoyer des messages SMS (Short Message Service).

Pour notre application, les commandes AT les plus couramment utilisées sont :

Syntaxe de commande		Exemples de syntaxe de réponse	
AT+WGPSCONF=0,0	Configuration GPS	OK	Module GPS dirigé vers un lien externe
AT+CFUN=1	Validation	OK	
AT+WIOW=7,1	Modification des signaux sur la V24 : GSM_DSR devient GPS_RxD2	OK	
AT+WIOW=8,1	Modification des signaux sur la V24 : GSM_DTR devient GPS_TxD2	OK	
AT+WGPSANT=2	Configuration antenne GPS	+WGPSANT : 2,1,1,3174	Aucun circuit ouvert détecté et antenne connectée Alimentation 3,174V
AT+WGPSPOS	Renvoi la dernière information de position reçue	+WGPSPOS=2,…….,05	Réponse (3D, heure, date…)
AT+WGPSM=0	Gestion du GPS	+WGPSM : 0,1	Donne l'état présent du GPS Ici Power up

Important :

WIOW (Wavecom Input/Output Work) est un registre de 11 bits lié au registre WIOM (Wavecom Input/Output Management) et interne au module WISMO.

WIOW permet de configurer certaines entrées/sorties de ce module WISMO en fonction de l'utilisation que l'on souhaite en faire. Ce registre WIOW est configuré ci-dessous :

WISMO QUICK Q25XX										
B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
GPIO5	**GPIO4**	**GPIO3**	**GPIO2**	**GPIO1**	**GPIO0**	**GPO3**	**GPO2**	**GPO1**	**GPO0**	**GPI**
X	Interfaçage de commande	Aiguillage	Aiguillage	Interfaçage de commande	X	X	X	Alimentation Antenne	Interfaçage PC	X
O : OUTPUT I:INPUT IO:INPUT/OUTPUT										

III- 2- 3- Description des fonctions principales et secondaires

FP1 : Gestion

Rôle : Cette fonction permet de gérer, contrôler et surveiller l'état du modem (boîtier GENLoc31).

Cette fonction s'articule autour du module WISMO Quik Q2501B, qui permet grâce aux commandes AT, de :

- configurer le modem en mode GPS, pour recevoir et traiter les informations reçues par l'antenne GPS connectée au boîtier
- configurer le modem en mode GSM/GPRS, pour communiquer les informations traitées vers un PC *(via FS2-1 : Interfaçage PC)*, ou bien par envoi d'SMS vers un téléphone portable via l'antenne GSM connectée au boîtier

Les modes GSM/GPRS et GPS peuvent fonctionner, soit indépendamment l'un de l'autre, soit de manière interactive *(via FS2-2 : Aiguillage GPS / GSM)*.

Cette fonction offre d'autres possibilités :

- traiter les informations issues d'un microphone *(via FS2-4 : Interfaçage audio)*
- envoyer des signaux sonores sur un haut parleur *(via FS2-4 : Interfaçage audio)*
- fixer l'alimentation pour une antenne GPS active *(via FS2-7 : Alimentation de l'antenne)*
- contrôler en externe la mise en marche et l'arrêt du modem, télécharger un programme dans la mémoire flash du module WISMO, etc… *(via FS2-3 : Interfaçage de commande)*
- établir une communication avec la carte SIM *(via FS2-5 : Interfaçage carte SIM)*
- indiquer l'état de fonctionnement du modem GSM et la validité du positionnement GPS *(via FS2-6 : Visualisation)*

FP2 : Interfaçage global

Rôle : Cette fonction permet l'interfaçage entre les entrées/sorties du module WISMO et les accès externes du boîtier GENLoc25.

FS2-1 : Interfaçage PC

Rôle : Cette fonction assure l'adaptation, conformément à la norme V24, des signaux véhiculés entre le module WISMO et le port série d'un PC.

Cette interface PC est constituée d'une liaison série RS232 qui utilise, entre autre, un circuit répondant à la norme V24 - RS232C nécessaire aux transferts d'informations :

	Niveaux logiques des signaux de communications	
	« 0 » logique	« 1 » logique
Plage de tensions correspondante	+3V à +15V	-15V à -3V

En réception, le module WISMO reçoit et traite les informations issues du message GPS, et en extrait la trame NMEA GPS qu'il peut transmettre au PC par la liaison série. Cette interface permet également de recevoir la correction DGPS.

Le connecteur de sortie du boîtier GENloc31 est un connecteur de type SUBD15M-HD.

Le connecteur d'entrée du PC est de type SUBD9F.

Il est donc nécessaire d'utiliser un cordon de liaison SUBD9F-SUBD15M entre les deux objets.

Nota : Le PC est vu comme un DTE (Data Terminal Equipment). Le DTE doit être configuré comme suit : 9600 bauds, 8 bits, sans parité, 1 bit de stop, contrôle de flux matériel.

FS2-2 : Aiguillage GPS / GSM

Rôle : Cette fonction permet d'aiguiller les signaux issus du module WISMO vers la liaison série RS232.

Pour effectuer une transmission des trames NMEA GPS, le module WISMO, par l'intermédiaire de son entrée/sortie GPIO_2 (configurée par commande AT) effectue une commutation entre le signal GSM_DSR1 et le signal GPS_RXD2.

Pour effectuer une réception de correction DGPS, le module WISMO, par l'intermédiaire de son entrée/sortie GPIO_3 (configurée par commande AT) effectue une commutation entre le signal GSM_DTR1 et le signal GPS_TDX2.

FS2-3 : Interfaçage de commande

Rôle : Cette fonction permet entre autre de :

- contrôler en externe la mise en marche et l'arrêt du modem (par /RST)
- télécharger un programme dans la mémoire flash du module WISMO (par BOOT_1)
- effectuer des interruptions de fonctionnement (par CGPIO1 et CGPIO4)

Les signaux CGPIO1 et CGPIO4 sont accessibles sur le connecteur d'alimentation 4 broches.
Les signaux /RST et BOOT_1 sont accessibles sur le connecteur de type SUBD15M-HD.

Nota : Cette fonction n'est pas utilisée dans notre application.

FS2-4 : Interfaçage Audio

Rôle : Cette fonction permet au module WISMO de communiquer avec :

- un microphone de type électret
- un haut-parleur

Deux entrées différentes pour le microphone et deux entrées différentes pour le haut parleur sont nécessaires. Ces entrées sont dites différentielles et permettent de rejeter le bruit en mode commun (TDMA noise). La largeur des pistes est inférieure à 0,3mm.

Cette interface est constituée entre autre d'une protection contre toutes décharges électrostatiques (ESD : ElectroStatic Discharge). Cette protection ESD est reliée aux entrées CSPK2N, CSPK2P, CMIC2N et CMIC2P qui supportent les informations respectivement envoyées au haut-parleur et reçues par le microphone.

De plus, cette interface est également constituée de filtres RLC connectées très près des broches du microphone et du haut-parleur.

- <u>Caractéristiques techniques du microphone préconisé :</u>

  Alimentation : 2V – 0,5mA Impédance: 2KΩ
  Sensibilité de –40dB à –50dB (0dB = 1V/Pa à 1KHz)
  Réponses en fréquence compatibles avec les spécifications GSM (entre 1KHz et 3,4KHz)

- <u>Caractéristiques techniques du haut-parleur préconisé :</u>

  Type : 10mW électromagnétique Impédance: 32Ω à 150Ω
  Sensibilité de 110dB SPL min (0dB = 20µPa)
  Réponses en fréquence compatibles avec les spécifications GSM (entre 1KHz et 3,4KHz)

Le connecteur de l'interface audio est un connecteur RJ9 raccordé au cordon de liaison SUBD9F-SUBD15M.

FS2-5 : Interfaçage carte SIM

Rôle : Cette fonction permet de protéger la carte SIM d'éventuelles perturbations électrostatiques.

Cette fonction supporte une alimentation de 3V.

Elle est constituée d'une structure à base de diodes qui permet la suppression des tensions transitoires (TVS : Transient Voltage Suppressor diodes) afin de protéger la carte SIM de toutes décharges électrostatiques (ESD : ElectroStatic Discharge).

Ces diodes sont connectées aux signaux SIM_CLK et SIM_DATA pour éviter toutes perturbations sur les fronts montants ou descendants de ces signaux lors d'une communication. Ces diodes sont placées le plus près possible du tiroir SIM. Les pistes ne doivent pas dépasser 15cm.

FS2-6 : Visualisation

Rôle : Cette fonction permet :

- par un voyant d'activité GSM, d'indiquer son statut par rapport au réseau GSM : la commande de ce voyant s'effectue par l'entrée FLASH_LED
- par un voyant d'activité GPS, d'indiquer la validité du positionnement GPS : la commande de ce voyant s'effectue par de l'entrée GPS_TIMEPULSE

A la mise sous tension du boîtier GENLoc31 :

- le voyant GSM est allumé en fixe puis clignote 1 fois toutes les 2 secondes
- le voyant GPS clignote quand il calcule le positionnement

FS2-7 : Alimentation antenne

Rôle : Cette fonction fournit l'alimentation à l'antenne GPS active.

L'entrée de cette fonction provient du port série de l'interface PC.

Selon les modèles, les antennes GPS actives fonctionnent sous 3V ou 5V. L'alimentation de l'antenne est fournie sur la broche GPS_VANT.

- Si l'antenne fonctionne sous 5V, une tension de 5V sera fournie sur cette broche
- Si l'antenne fonctionne sous 3V,
  - et si l'antenne consomme moins de 10mA, alors elle sera alimentée en interne
  - et si l'antenne consomme plus de 10mA, une tension de 3V sera fournie sur cette broche

FA : Alimentation stabilisée

Rôle : Cette fonction fournit l'alimentation au boîtier GENLoc31.

L'entrée de la fonction « alimentation stabilisée » est repérée par deux broches VDC et GROUND accessibles en externe sur le connecteur d'alimentation 4 broches. Cette entrée d'alimentation est en général connectée à un transformateur ou à la batterie d'un véhicule.

Le modem GENLoc31 nécessite une alimentation continue et régulée entre 5,5V et 32V. Elle peut fournir une tension de 5,5V et un courant de 1,5A.

Dans notre cas la tension fournie par cette alimentation est de 3,8V.

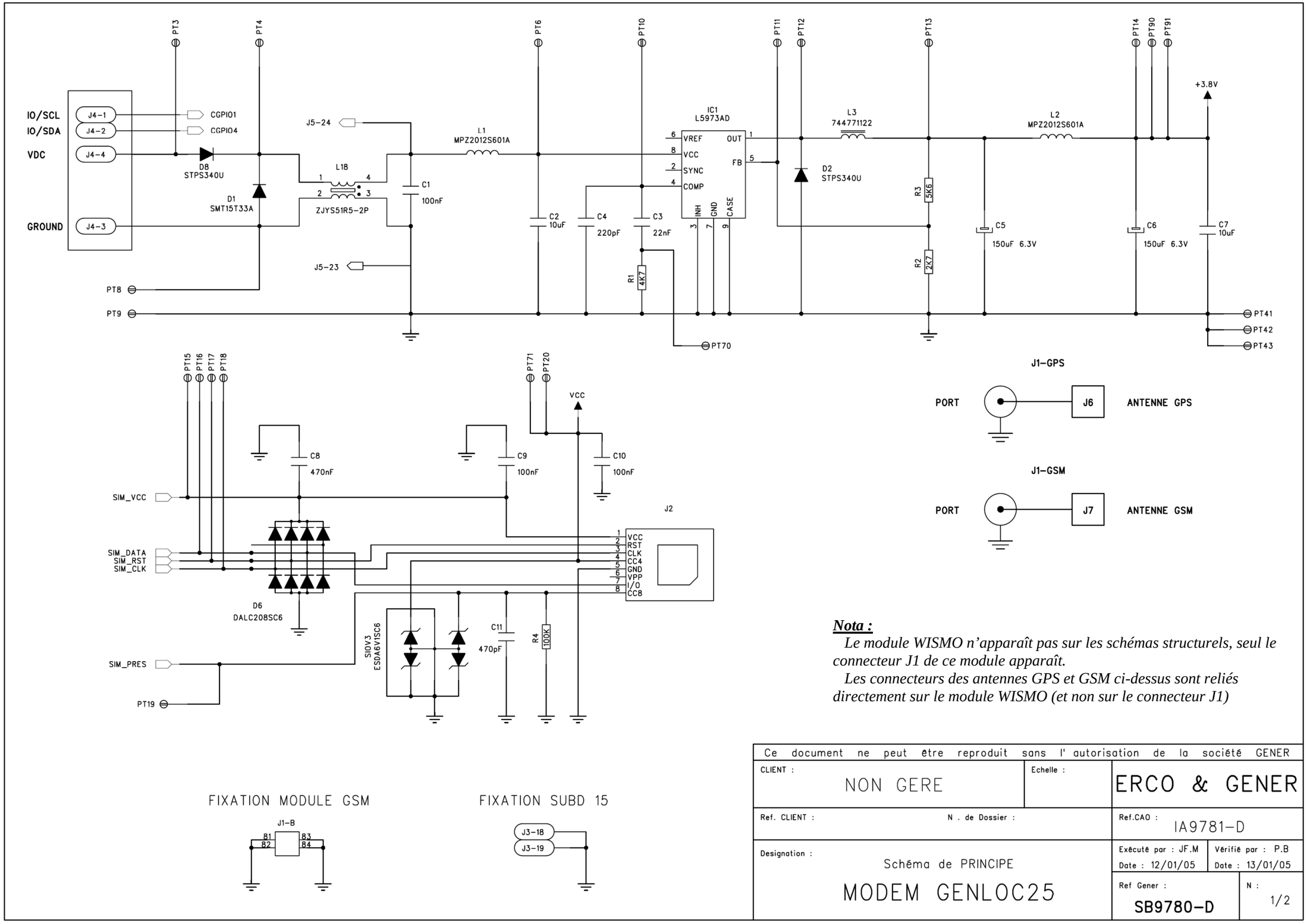
Tableau récapitulatif des Entrées-Sorties

Fonctions concernées	Références Entrées-Sorties	Définitions	
FP1	AUXADC	Signal auxiliaire d'entrée analogique (valeur comprise entre 0V et 2,8V) Le modem GENLoc25 utilise l'entrée AUXADC du module WISMO Q2501 pour la Conversion Analogique Numérique d'un signal externe (ex : mesure de température de la batterie ou mesure de tension batterie…) - résolution : 10bits - taux de conversion : 68 Ksp/s - plage de tension : 0 – 2,8V - erreur de décalage (offset) = +/- 90 mV - erreur pleine échelle = +/- 25 mV - erreur de linéarité intégrale : +/- 1LSB - consommation (état actif = 600µA état inactif = 1µA)	
FP1, FS2-3	BOOT	Signal logique CMOS 2,8V, permet la procédure alternative de téléchargement d'un programme dans la mémoire flash du module WISMO Si la procédure de téléchargement par le standard X-modem n'a pas été correctement exécutée, alors BOOT permet une procédure alternative de téléchargement (externe) • si BOOT = 0V : mode de téléchargement alternatif (pendant la séquence d'initialisation effectuée par /RST) • si BOOT = 2,8V : mode de téléchargement normal	
FS2-3	**BOOT_1**	Signal logique d'entrée image du signal BOOT, mais filtré et protégé contre les ESD	
FS2-3	**CGPIO1**	Signal logique d'interruption CMOS 2,8V/2X	
FS2-3	**CGPIO4**	Signal logique d'interruption CMOS 2,8V/2X	
FS2-4	**CMIC2N**	Signal analogique d'entrée différentielle N (Négative) reliée au MICROPHONE externe	L'entrée microphone utilisée possède une polarisation interne pour un microphone électret (0,5mA / 2V). Le microphone peut être directement connecté à ces entrées (impédance de 2KΩ). Son gain est ajustable en interne par commande AT.
FS2-4	**CMIC2P**	Signal analogique d'entrée différentielle P (Positive) reliée au MICROPHONE externe	
FS2-4	**CSPK2N**	Signal analogique de sortie différentielle N (Négative) reliée au HAUT-PARLEUR externe	La sortie haut-parleur utilisée peut directement recevoir un haut-parleur, la puissance de sortie est ajustable par pas de 2dB par commande AT. Haut-parleur : type 10mW, impédance 32Ω à 150Ω, sensibilité 110dB SPL min (0dB=20µPa)
FS2-4	**CSPK2P**	Signal analogique de sortie différentielle P (Positive) reliée au HAUT-PARLEUR externe	
FS2-1	**CTS**	Signal numérique de sortie pour communication avec un PC via la liaison RS232C CTS Clear To Send (prêt à émettre)	
FS2-1	**DCD**	Signal numérique de sortie pour communication avec un PC via la liaison RS232C DCD Data Carrier Detect (détection de signal)	
FS2-1	**DSR**	Signal numérique de sortie pour communication avec un PC via la liaison RS232C DSR Data Set Ready (poste de données prêt)	
FS2-1	**DTR**	Signal numérique d'entrée pour communication avec un PC via la liaison RS232C DTR Data Terminal Ready (terminal de données prêt)	
FP1, FS2-6	FLASH_LED	Signal rectangulaire CMOS 2,8V/2X dont la fréquence dépend du mode de fonctionnement Un voyant d'activité GSM indique son statut par rapport au réseau GSM • si FLASH_LED = 0V alors la LED est éteinte (LED OFF) • si FLASH_LED = 2,8V alors la LED est allumée (LED ON) si LED est OFF alors section GSM arrêtée ou en mode téléchargement si LED est ON permanent : section GSM démarrée et non enregistrée sur réseau GSM si LED fait un flash court (ON pendant 200ms puis OFFpendant 2s) : - section GSM démarrée est enregistrée sur le réseau GSM - aucune communication en cours si LED fait un flash long (ON pendant 200ms puis OFF pendant 600ms) : - section GSM démarrée est enregistrée sur le réseau GSM - communication en cours	
FP1, FS2-1	**GPO0**	Signal logique CMOS 2,8V/3X qui permet le passage en faible consommation de la RS232 (Shutdown) : • si GPO0 = 0V : RS232 active • si GPO0 = 2,8V : RS232 en faible consommation, seul TXD est actif Ce signal GPO0 est configurable par commande AT	

Fonctions concernées	Références Entrées-Sorties	Définitions
FP1, FS2-7	**GPO1**	Signal logique CMOS 2,8V/3X qui permet de choisir la tension d'alimentation pour une antenne active GPS : • si GPO1 = 0V : alimentation de l'antenne sous 3,3V (GPS_VANT = 3,3V) • si GPO1 = 2,8V : alimentation de l'antenne sous 5V (GPS_VANT = 5V) Ce signal GPO1 est configurable par commande AT
FP1, FS2-3	**GPIO_1**	Signal logique d'interruption CMOS 2,8V/2X identique au signal CGPIO1, mais filtré et protégé contre les ESD
FP1, FS2-2	**GPIO_2**	Signal logique CMOS 2,8V/2X qui permet de commuter deux signaux : le signal de sortie GSM-DSR1 devient le signal GPS_RXD2 (transmission des trames NMEA GPS) : • si GPIO_2 = 0V : accès au signal GSM_DSR1 • si GPIO_2 = 2,8V : accès au signal GPS_RXD2 Ce signal GPIO_2 est configurable par commande AT
FP1, FS2-2	**GPIO_3**	Signal logique CMOS 2,8V/2X qui permet de commuter deux signaux : le signal de sortie GSM-DTR1 devient le signal GPS_TXD2 (réception correction DGPS) : • si GPIO_3 = 0V : accès au signal GSM_DTR1 • si GPIO_3 = 2,8V : accès au signal GPS_TXD2 Ce signal GPIO_3 est configurable par commande AT
FP1, FS2-3	**GPIO_4**	Signal logique d'interruption CMOS 2,8V/2X identique au signal CGPIO4, mais filtré et protégé contre les ESD
FP1	**GPS**	Signal analogique d'entrée de réception GPS Fréquence en réception : L1 = 1575,42 MHz +/- 1,032 MHz (fréquence civile) Ce signal est issu de l'antenne GPS connectée sur un connecteur SMB (le GENloc25 peut alimenter une antenne active GPS : configuration par commande AT)
FP1, FS2-2	GPS_RXD2	Signal logique de sortie CMOS 2,8V Liaison série GPS : envoi trames NMEA vers RXD du terminal DTE
FP1, FS2-2	GPS_TXD2	Signal logique d'entrée CMOS 2,8V Liaison série GPS : trames correction RTCM (DGPS) issues de TXD du terminal DTE
FP1, FS2-7	GPS_VANT	Signal analogique de tension minimum +2,8V (courant min de qques mA) et de tension maximum +5,5V (courant max de 50mA) Ce signal permet l'alimentation de l'antenne GPS externe
FP1, FS2-6	GPS_TIMEPULSE	Signal rectangulaire CMOS 1,8V de période égale à 1s quand les satellites sont en vue Un voyant d'activité GPS indique la validité du positionnement GPS • si GPS_TIMEPULSE = 0V alors la LED est éteinte (LED OFF) • si GPS_TIMEPULSE = 1,8V alors la LED est allumée (LED ON) si LED est OFF : section GPS arrêtée ou aucun satellite visible si LED est ON pendant 100ms puis OFF pendant 900ms : - section GPS démarrée - positionnement défini par la section GPS
FA	**GROUND**	Gnd (potentiel de référence)
FP1	**GSM**	Signaux analogique d'entrée/sortie de communication avec le réseau GSM. Bande de fréquences utilisée en émission : 880-915 MHz pour la norme GSM900 1710-1785 MHz pour la norme DCS1800 Bande de fréquences utilisée en réception : 925-960 MHz pour la norme GSM900 1805-1880 MHz pour la norme DCS1800 Ce signal est issu de l'antenne GSM connectée sur un connecteur SMA.
FP1, FS2-1	GSM_CTS1	Signal logique de sortie CMOS 2,8V/3X pour la liaison RS232C GSM : CTS Clear To Send (prêt à émettre)
FP1, FS2-1	GSM_DCD1	Signal logique de sortie CMOS 2,8V/2X pour la liaison RS232C GSM : DCD Data Carrier Detect (détection de signal)
FP1, FS2-2	GSM_DSR1	Signal logique de sortie CMOS 2,8V/3X pour la liaison RS232C GSM : DSR Data Set Ready (poste de données prêt)
FP1, FS2-2	GSM_DTR1	Signal logique d'entrée CMOS 2,8V pour la liaison RS232C GSM : DTR Data Terminal Ready (terminal de données prêt)
FP1, FS2-1	GSM_RI1	Signal logique de sortie CMOS 2,8V/2X pour la liaison RS232C GSM : RI Ring Indicator (indicateur d'appel)
FP1, FS2-1	GSM_RTS1	Signal logique d'entrée CMOS 2,8V pour la liaison RS232C GSM : RTS Request To Send (demande pour émettre)

Fonctions concernées	Références Entrées-Sorties	Définitions
FP1, FS2-1	GSM_RXD1	Signal logique de sortie CMOS 2,8V/3X pour la liaison RS232C GSM : RXD Receive serial Data Transmission de données vers DTE
FP1, FS2-1	GSM_TXD1	Signal logique d'entrée CMOS 2,8V pour la liaison RS232C GSM : TXD Transmit serial Data Réception de données vers DTE
FP1, FS2-4	MIC2N	Signal analogique d'entrée différentielle N (Négative) reliée au module WISMO MIC2N est l'image du signal CMIC2N mais filtré et protégé contre les ESD
FP1, FS2-4	MIC2P	Signal analogique d'entrée différentielle P (Positive) reliée au module WISMO MIC2P est l'image du signal CMIC2P mais filtré et protégé contre les ESD
FP1	ON/~OFF	Signal logique d'entrée 0V - +3,8V utilisé pour activer ou désactiver le modem • si ON/~OFF = +3,8V : modem actif (ON) • si ON/~OFF = 0V : modem inactif (OFF)
FS2-3	**/RESET**	Signal logique d'entrée image du signal /RST, mais filtré et protégé contre les ESD
FS2-1	**RI**	Signal numérique de sortie pour communication avec un PC via la liaison RS232C RI Ring Indicator (indicateur d'appel)
FP1, FS2-3	/RST	Signal logique CMOS (0V - 2,8V) de remise à zéro du modem Ce signal est utilisé en cas d'urgence • si /RST = 0V : remise à zéro du modem (reset actif) • si /RST = 2,8V : mode de fonctionnement normal (reset inactif)
FS2-1	**RTS**	Signal numérique d'entrée pour communication avec un PC via la liaison RS232C RTS Request To Send (demande pour émettre)
FS2-1	**RXD**	Signal numérique de sortie pour communication avec un PC via la liaison RS232C RXD Receive serial Data (Emission de données vers DTE)
FP1, FS2-5	SIM_VCC	Signal logique qui fixe la tension d'alimentation de la carte SIM (2,8V typique)
FP1, FS2-5	SIM_RST	Signal logique CMOS 2X de réinitialisation de la carte SIM (2,8V typique)
FP1, FS2-5	SIM_CLK	Signal logique CMOS 2X d'horloge qui rythme la transmission ou la réception des données avec la carte SIM (2,8V typique)
FP1, FS2-5	SIM_DATA	Signal logique d'entrée/sortie CMOS 3X support des données véhiculées entre le module WISMO et la carte SIM (2,8V typique)
FP1, FS2-5	SIM_PRES	Signal logique CMOS (2,8V typique) Ce signal permet d'indiquer au module WISMO que la carte SIM est présente dans le tiroir SIM : la carte ferme un switch • SIM_PRES = 0V si la carte SIM n'est pas utilisée • SIM_PRES = VCC si la carte SIM est insérée VCC SIM_PRES 470pF 100KΩ
FP1, FS2-4	SPK2N	Signal analogique de sortie différentielle N (Négative) issue du module WISMO CSPK2N est l'image du signal SPK2N mais filtré et protégé contre les ESD
FP1, FS2-4	SPK2P	Signal analogique de sortie différentielle P (Positive) issue du module WISMO CSPK2P est l'image du signal SPK2P mais filtré et protégé contre les ESD
FS2-1	**TXD**	Signal numérique d'entrée pour communication avec un PC via la liaison RS232C TXD Transmit serial Data (Réception de données issues du DTE)
FP1, FS2-1, FS2-2, FS2-5	VCC	d.d.p. continue de sortie du module WISMO de valeur typique 2,8V. Ce signal permet d'alimenter certaines fonctions secondaires. Il est disponible lorsque le module est actif : VCCmin = 2,74V et VCCmax = 2,88V Courant de sortie 10mA maxi
FA	**VDC**	d.d.p. d'alimentation du boîtier GENLoc25 : tension comprise entre 5,5V et 32V DC
FP1, FS2-1, FS2-6, FA	+3,8V	d.d.p. continue (notée VBATT = +3,8V) qui fixe l'alimentation du module WISMO
Toutes	0V	GND (terre de signalisation)
FS2-1, FS2-2	Point test PT7	Signal logique de sortie d'aiguillage égale à GSM-DSR1 ou à GPS_RXD2 selon l'état de GPIO_2
FS2-1, FS2-7	Point test PT22	d.d.p. continue reliée à V+ du circuit ADM3307E et qui fournit la tension d'entrée à la fonction alimentation antenne GPS (valeur maximum disponible sur V+ = 3×3,6V)
FS2-1, FS2-2	Point test PT69	Signal logique de sortie d'aiguillage égal à GSM-DTR1 ou à GPS_TXD2 selon l'état de GPIO_3

III- 2- 4- Schémas structurels

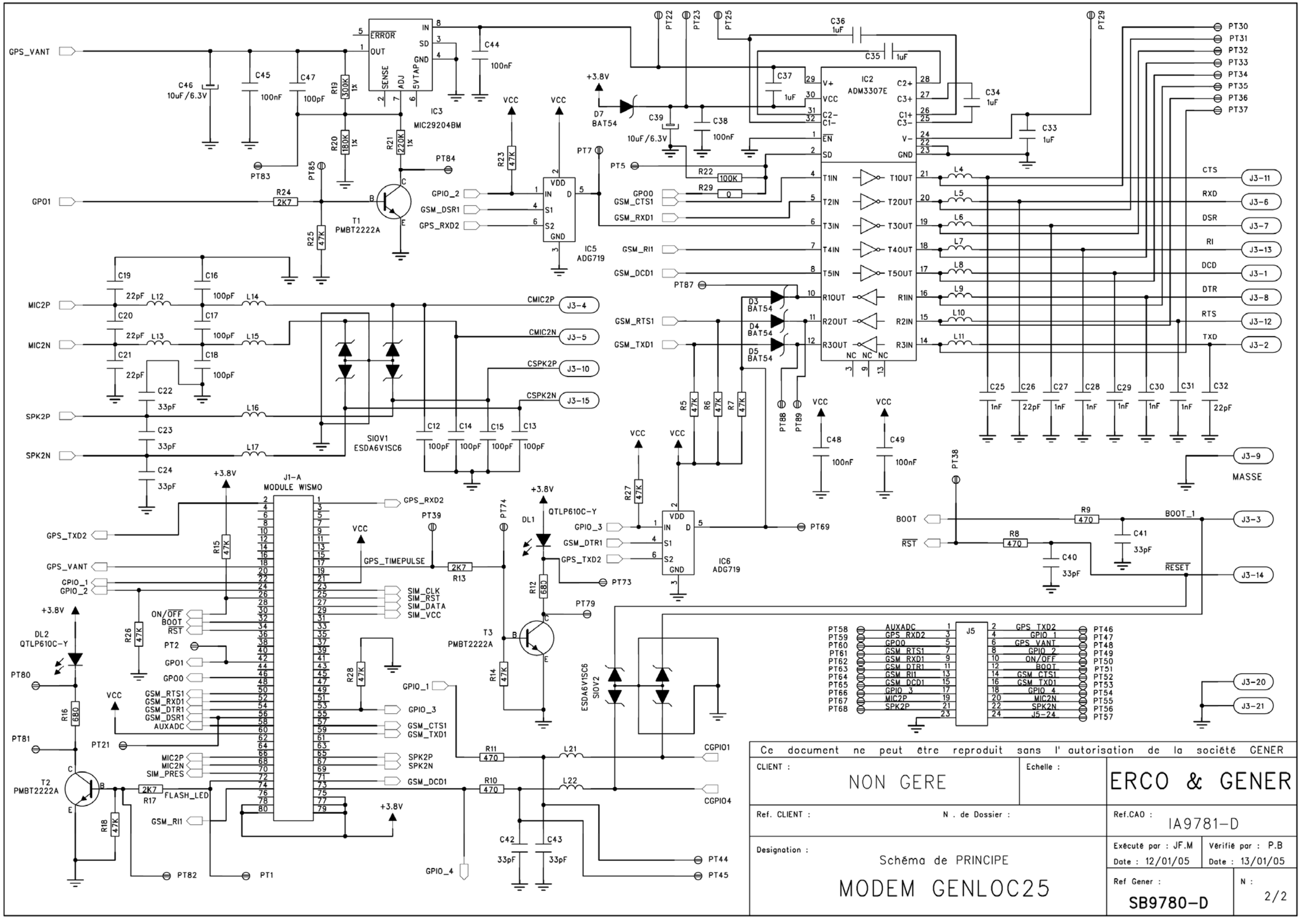


Nota :

Le module WISMO n'apparaît pas sur les schémas structurels, seul le connecteur J1 de ce module apparaît.

Les connecteurs des antennes GPS et GSM ci-dessus sont reliés directement sur le module WISMO (et non sur le connecteur J1)

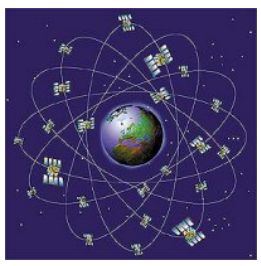
Ce document ne peut être reproduit sans l' autorisation de la société GENER		
CLIENT : NON GERE	Echelle :	ERCO & GENER
Ref. CLIENT :	N . de Dossier :	Ref.CAO : IA9781-D
Designation : Schéma de PRINCIPE MODEM GENLOC25		Exécuté par : JF.M Date : 12/01/05 / Vérifié par : P.B Date : 13/01/05
		Ref Gener : SB9780-D / N : 1/2


IC3
MIC29204BM
IC2
ADM3307E
IC5
ADG719
IC6
ADG719
J1-A
MODULE WISMO
T1
PMBT2222A
T2
PMBT2222A
T3
PMBT2222A
SIOV1
ESDA6V1SC6
SIOV2
ESDA6V1SC6
J5
MASSE
Ce document ne peut être reproduit sans l' autorisation de la société GENER
CLIENT :
NON GERE
Echelle :
ERCO & GENER
Ref. CLIENT :
N . de Dossier :
Ref.CAO :
IA9781-D
Designation :
Schéma de PRINCIPE
MODEM GENLOC25
Exécuté par : JF.M
Date : 12/01/05
Vérifié par : P.B
Date : 13/01/05
Ref Gener :
SB9780-D
N :
2/2

ANNEXE 1

Les principaux systèmes de localisation et de navigation par satellites

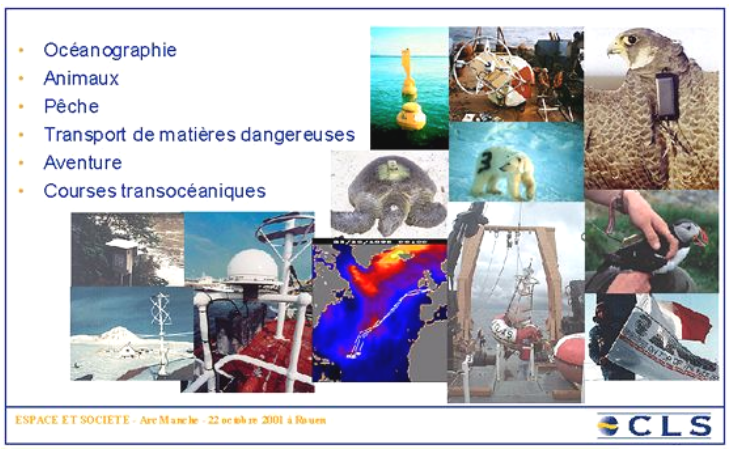
- **Les systèmes de positionnement et de navigation - le GPS**



Le système de radionavigation le plus utilisé est le système américain GPS (Global Positionning System:" Système de Positionnement Global Terrestre "). Des signaux émis par radio à partir d'une constellation de satellites sont reçus par un récepteur au sol, qui en déduit à tout instant, n'importe où sur Terre, en mer ou dans les airs, une datation précise et sa position en latitude, longitude, altitude.

Des traitements appropriés permettent de déterminer la vitesse et de fournir, au mobile sur lequel se trouve le récepteur, des indications de navigation.

- **Le système de collecte de données et de localisation ARGOS**



Système Argos : quelques chiffres

- Trois satellites
- Plus de 7000 balises
- Coût balise : 2000 à 20 000 f
  poids minimal : 20gr
  poids moyen : 1Kg
- Précision de localisation moyenne : 300 m
- Taille de message : 32 à 200 bits
- Applications :

. océanographie	57%
. suivi d'animaux	19%
. collectes diverses	10%
. mobiles terrestres	5%
. pêche	3%
. courses et aventures	5%
. divers	1%

Argos est un système opérationnel de localisation et de collecte de données par satellite, développé par CLS, le Cnes en France et les Etats-Unis, depuis 1978.

Il est essentiellement dédié à l'étude et à la protection de l'environnement et aux applications à caractère scientifique.

- **Le système de recherche et de sauvetage Cospas Sarsat**

Système Cospas Sarsat : quelques chiffres

- Précision de localisation : 2 à 13 km
- 24 survols moyens de chaque balise/jour
- Coût des balises : 4 à 15 000 f.
- Taille des messages : 112 à 144 bits
- Parc des balises : plus de 725 000
- Bilan : plus de 10 000 personnes secourues depuis 1982

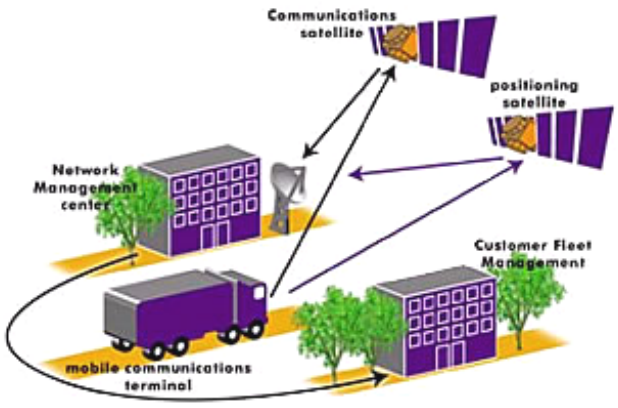
. domaine maritime	65%
. domaine aéronautique	23%
. domaine terrestre	12%

Ce programme humanitaire (assistance à personnes en détresse) a pour mission l'aide (alerte et localisation par satellite) pour la recherche et le sauvetage de personnes en situation de détresse physique, en tout point du globe, sur terre ou sur mer. Sa composante spatiale est formée de huit satellites. Cospas Sarsat, créé en 1982, est aujourd'hui opérationnel et résulte de la collaboration internationale entre les Etats-Unis, la France, la Russie et la Canada.

- **Le système de gestion de véhicules Alcatel 9901 IMCT**

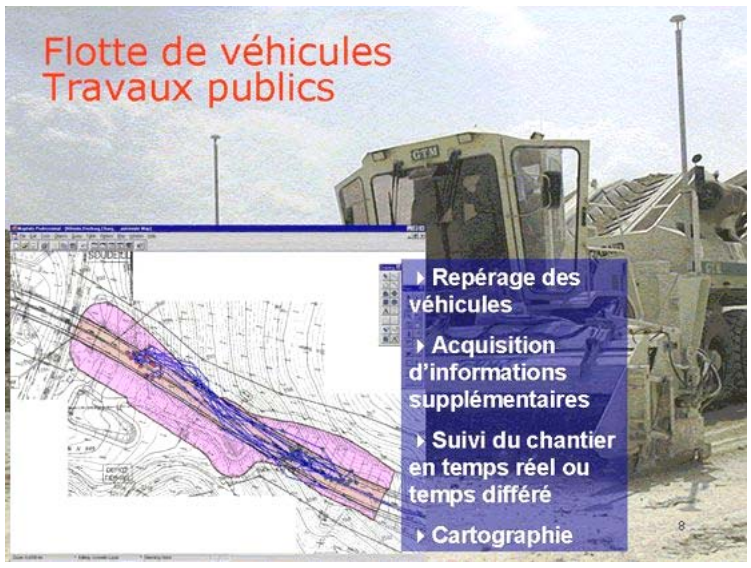
Exploité depuis juillet 1991, ce service de messagerie bidirectionnel et de localisation de véhicules par satellite Alcatel 9901 IMCT couvre l'Europe, l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et permet aux véhicules d'envoyer ou de recevoir des messages, et d'être localisés avec une précision de 100 mètres près.

Ce système permet de relier l'entreprise à chacun de ses véhicules équipés.



- **Travaux publics et bâtiment (BTP) : l'utilisation du système GPS**

Les applications du positionnement et de la navigation par satellite sont particulièrement nombreuses dans le secteur du BTP : localisation, guidage des véhicules, positionnement précis des ouvrages, gestion des flottes, etc.



Le système développé par Vinci et le Cnes poursuit trois objectifs :

• Suivi des parcours et des performances des engins de transport de matériaux (nombre de rotations, plages de vitesses, zones d'attente, etc.)
• Suivi de l'avancement des volumes de déblais et de remblais
• Traçabilité des mouvements de matériaux

Un tel système permet d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'état d'avancement d'un chantier. Il doit permettre en particulier de connaître les transferts de matériaux entre les différentes zones de déblais et remblais.

En ce sens, le premier enjeu d'un tel système est l'optimisation de la gestion des ressources sur un chantier, et par conséquent l'amélioration de la productivité et de la compétitivité. Ce système permet également d'établir un historique des événements qui se sont déroulés au cours du terrassement. Le second enjeu majeur d'un tel système est ainsi d'affiner la traçabilité d'un chantier de construction.

ANNEXE 2

Les projets et les orientations technologiques dans le secteur automobile et des transports routiers

1- Les transports: un secteur clé de l'économie répondant à un besoin fondamental

La société moderne dépend de la mobilité, qui garantit la liberté individuelle et l'accès aux services tant pour le travail que pour les loisirs. Du point de vue de la société, un réseau de transport efficace constitue le moteur de notre économie, et le secteur des transports possède une importance économique considérable, dans la mesure où il emploie plus de 10 millions de personnes et où ses dépenses représentent plus de 10 % du produit intérieur brut (PIB) en Europe.

Le marché de la télématique automobile, qui comprend la vente de dispositifs et de services télématiques, connaît actuellement une expansion rapide. À mesure que le parc de véhicules équipés de dispositifs télématiques s'agrandira, le marché se tournera vers les services[2], poursuivant ainsi l'intégration du marché automobile avec deux autres secteurs d'activités majeurs en Europe: les communications mobiles et les technologies de l'information. D'une manière générale, **les technologies de l'information et des communications (TIC)** jouent un rôle essentiel dans la convergence de ces secteurs vers les véhicules intelligents de demain. La nouvelle génération de technologies de communications mobiles renforcera encore cette tendance.

2- La demande croissante de services de transport pose de plus en plus de problèmes

Depuis longtemps, la demande de services de transport progresse régulièrement, tant pour les voyageurs que pour les marchandises. L'intensification de l'activité économique et l'élargissement de l'Union Européenne augmenteront les besoins de mobilité et de services de transport[3].

Cette augmentation devrait être absorbée essentiellement par le secteur routier, aggravant par là même les problèmes causés par le transport routier, comme l'encombrement des grands réseaux routiers et des zones urbaines, les effets négatifs sur l'environnement et la santé publique et, surtout, les accidents causant décès, lésions corporelles et dégâts matériels.

3- Des mesures urgentes s'imposent pour répondre aux défis sociétaux

Le transport routier est une nécessité pour notre mobilité, mais de nouvelles mesures s'imposent pour résoudre les problèmes de plus en plus nombreux qu'il engendre. L'industrie automobile, associée à ses fournisseurs et au secteur encore jeune de la télématique, est en première ligne pour améliorer la sécurité et les performances des transports. Tous deux s'appuient eux-mêmes largement sur la vitalité de deux autres secteurs d'activité, à savoir les **télécommunications mobiles** et les **technologies de l'information**.

Force est de constater que les véhicules d'aujourd'hui sont foncièrement plus sûrs, moins polluants et plus recyclables qu'avant. Grâce aux progrès réalisés en matière de résistance aux chocs, à la ceinture de sécurité, à l'ABS et autres inventions, les véhicules sont à présent quatre fois plus sûrs qu'en 1970. Ces perfectionnements sont pour beaucoup dans la diminution de moitié du nombre de décès dans l'UE à 15 depuis 1970, alors que le trafic a triplé au cours de la même période. En ce qui concerne la sécurité routière, l'efficacité des mesures en vigueur semble avoir atteint ses limites et de nouvelles mesures sont en cours de développement.

Aussi un programme d'action européen a été lancé pour la sécurité routière[4].

---

[2] Source: «European Automotive Telematics Market», Frost&Sullivan 2001

[3] Source: ACEA, 2001. Le nombre total de véhicules à moteur en circulation était de 205,8 millions, dont 180,3 millions étaient des voitures particulières.

[4] Programme d'action européen pour la sécurité routière - Réduire de moitié le nombre de victimes de la route dans l'Union européenne d'ici 2010 : une responsabilité partagée, COM(2003)311 final du 2.6.2003.

4- Vers des véhicules intelligents et une mobilité plus sûre et plus performante

- **Les TIC, outils d'une mobilité plus sûre et plus performante**

Dans le domaine des transports et de la mobilité, les TIC ont pour vocation essentielle de permettre la mise au point de véhicules plus intelligents et de services télématiques plus élaborés, ainsi que l'application de systèmes de transport intelligents (STI) avancés aux systèmes de contrôle et de gestion du trafic qui constituent l'infrastructure routière intelligente. La télématique et la logistique innovante issues des TIC peuvent contribuer à rationaliser les flux de trafic et à prévenir les encombrements, même dans l'état actuel de l'infrastructure routière.

- **Vers des véhicules plus intelligents**

La compétitivité du secteur automobile dépend de plus en plus de son aptitude à utiliser et à adopter les technologies de l'information et des communications les plus modernes. Un nombre croissant de fonctions à bord des véhicules sont commandées par des calculateurs et des logiciels, et la valeur ajoutée du véhicule provient de plus en plus de son équipement électronique complexe, comme les capteurs, actionneurs et sous-systèmes électroniques servant à la conduite, à la surveillance, à la sécurité et au confort des véhicules, et capables de remplacer entièrement certains dispositifs mécaniques et hydrauliques.

Au cours de la décennie écoulée, l'Europe a largement investi dans l'utilisation des TIC dans les technologies de sécurité embarquées, comme les systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS). Toutes ces technologies ont un vaste terrain d'application dans les véhicules intelligents, notamment dans les systèmes de diagnostic embarqués[5]. De nouvelles demandes de financement ont été lancées dans ce domaine dans le cadre de la recherche et du développement technologique de l'UE.

- **Vers des services télématiques plus élaborés**

Les TIC les plus importantes concernent les télécommunications mobiles, **les technologies de localisation et de positionnement**, les capteurs, actionneurs et interfaces intelligents, les calculateurs à hautes performances pour automobiles et les réseaux de communication embarqués à hautes performances. L'industrie des services et du contenu joue également un rôle déterminant dans ce secteur en croissance rapide. Les quatre grands marchés que visent les services télématiques sont :

• la sûreté et la sécurité (dispositifs d'appel d'urgence «eCall» et suivi des véhicules)
• la télématique orientée vers les véhicules (diagnostic à distance et entretien proactif)
• la navigation et le calcul d'itinéraires (navigation dynamique, gestion des points d'intérêt «POI», et informations sur la circulation routière et sur les voyages)
• la gestion de flotte et les info-loisirs (divertissement, Internet, courrier électronique, …).

- **Communications mobiles: un futur pilier de la télématique**

À mesure que le service général de radiocommunication en mode paquet (GPRS) et le système universel de télécommunications mobiles (UMTS) pénètrent le marché automobile, les perspectives en matière de services mobiles à localisation deviennent nettement plus encourageantes. Grâce à l'existence d'un mode en ligne permanent et à l'élargissement considérable des largeurs de bande proposées, les possibilités de services à un prix raisonnable augmentent rapidement. Les services télématiques actuellement basés sur la messagerie SMS ou WAP par GSM seront remplacés à l'avenir par des services à localisation basés sur les normes GPRS/UMTS et DAB/DVB, tandis que les services RDS-TMC par radiophonie FM seront perfectionnés et devraient coexister sur les marchés. Le plan d'action eEurope 2005[6], dans la mesure où il accorde une large place à la connectivité mobile et à large bande ainsi qu'aux services mobiles, favorisera également cette évolution.

[5] Directive 2001/1/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 janvier 2001 modifiant la directive 70/220/CEE du Conseil concernant des mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur, JO L 035 du 6.2.2001

[6] eEurope 2005: une société de l'information pour tous, COM (2002) 263 final, 28.5.2002.

- **Les TIC dans le domaine de la logistique**

L'alliance entre logistique et télématique grâce aux technologies de l'information et des communications tend à se répandre dans le secteur des transports en général et dans le **transport routier** en particulier. Les TIC sont de plus en plus utilisées pour le **guidage routier**, **le suivi et la localisation**, ainsi que la facturation à l'usage. **Les transporteurs routiers dépendent désormais des TIC pour assurer leur gestion de flotte**, dans le souci d'une plus grande efficacité et d'une réduction du coût des équipements. Avec l'essor du commerce électronique et la tendance aux livraisons en flux tendu, les TIC joueront un rôle de plus en plus important dans le domaine logistique.

5- Vers une infrastructure plus intelligente

- **Infrastructure intelligente et systèmes coopératifs**

Beaucoup de nos grandes villes et de nos villes de taille moyenne sont dotées de systèmes avancés de contrôle et d'information du trafic souples et pilotés par ordinateur. Le réseau autoroutier européen ne cesse de s'équiper de systèmes de contrôle du trafic, de détection des incidents et d'information pour les voyageurs, qui augmentent la sécurité et le confort des usagers en fournissant, par exemple, des informations sur les conditions de circulation et les itinéraires de délestage en cas d'accident.

Le fondement d'une gestion efficace du trafic réside dans la disponibilité d'informations routières en temps réel. Les informations sur la circulation sont classiquement collectées par des capteurs enchâssés dans la chaussée et installés aux points névralgiques du réseau routier. L'utilisation de capteurs vidéo et l'analyse des données qu'ils fournissent au moyen des technologies de traitement d'image se répand de plus en plus. La nouvelle génération de systèmes basés sur la collecte de données flottantes sur les véhicules (FVD), par exemple, par l'enregistrement anonyme d'informations sur la position et la vitesse des véhicules, devrait permettre d'obtenir des informations plus complètes sur le trafic pour une fraction du coût. D'autres progrès dans les technologies des communications mobiles, la surveillance du trafic, l'information routière et les technologies de localisation permettront de prévenir les goulets d'étranglement et ouvriront la voie à de nouvelles méthodes innovantes de gestion du trafic.

La coopération entre l'infrastructure intelligente et le véhicule intelligent présente un grand intérêt réciproque. Les informations sur l'état du réseau sont nécessaires pour optimaliser le fonctionnement des systèmes à bord du véhicule et les informations recueillies en retour sont capitales pour permettre aux opérateurs d'améliorer leur connaissance de la situation. Les projets de systèmes de transport intelligents (STI) sur les réseaux trans-européens de transport ouvrent la voie à ces services.

- **Galiléo: technologie de positionnement fondamentale pour les services télématiques**

Les informations sur la localisation, associées aux communications mobiles, permettent d'assurer un grand nombre de services télématiques, comme les appels d'urgence à localisation («eCall»), la navigation embarquée, les «points d'intérêt» (POI), le suivi des véhicules, la localisation de véhicules volés, etc. Les systèmes embarqués actuels sont basés sur la navigation par satellite (GPS), puisqu'ils doivent fonctionner également dans les zones rurales où les autres technologies de localisation (basées sur le réseau de communications mobiles) n'offrent pas de performances suffisantes.

L'infrastructure européenne de navigation par satellite Galiléo[7] fournira un ensemble de services de navigation et de positionnement permettant l'élaboration d'un large éventail d'applications innovantes. Galiléo, conjugué aux nouvelles réglementations dans le domaine de la téléphonie mobile (législation E-112), du transport routier et autres, créera de nouvelles perspectives d'activité et ouvrira la voie à de nouvelles applications. En attendant l'entrée en service de Galiléo en 2008, le système européen de navigation par recouvrement géostationnaire (EGNOS[8]) assurera dès 2004 la prestation de services améliorés de nature analogue.

[7] Conclusions du Conseil concernant Galileo, 25/25 mars 2002, http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/index_fr.htm

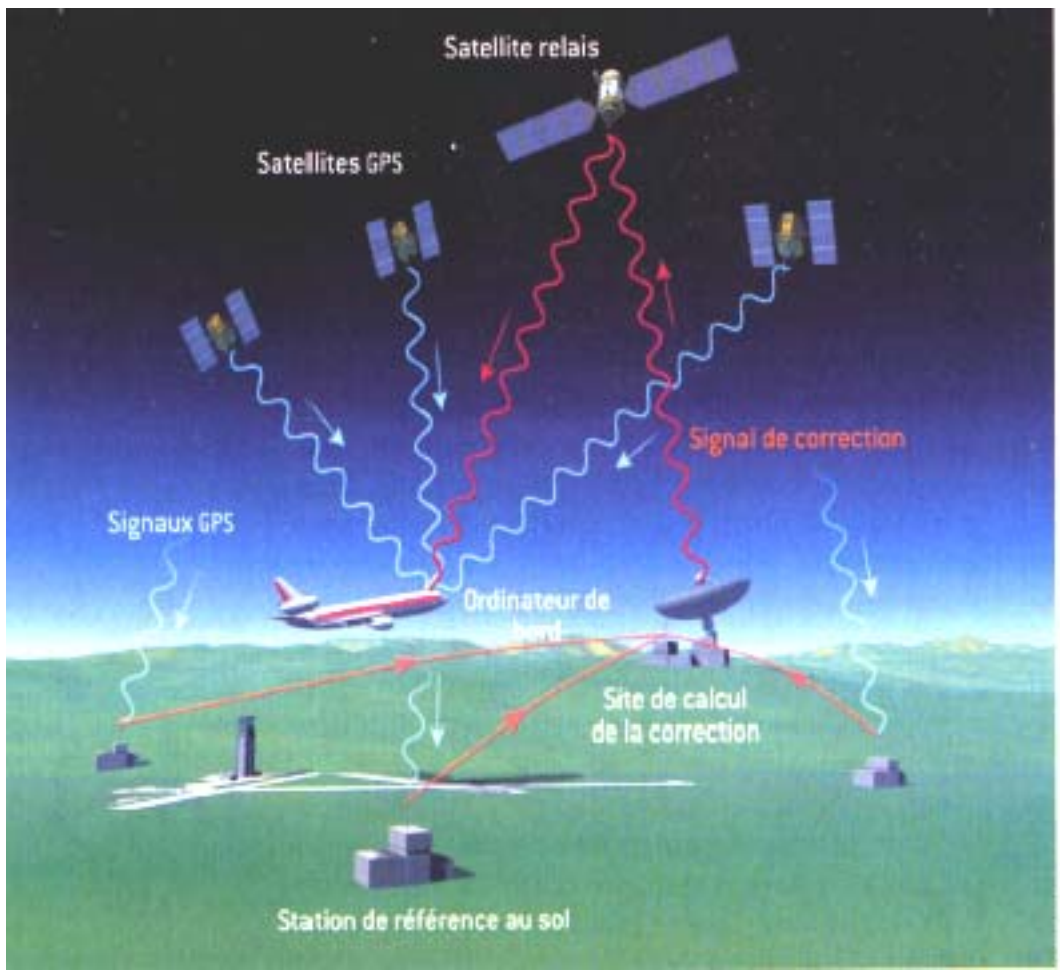
[8] Communication de la Commission au Parlement européen et au Conseil. « Intégration du programme EGNOS dans le programme GALILEO », COM(2003) 123 final, du 19.3.2003

ANNEXE 3

Le DGPS : Differential Global Positionning System (GPS différentiel)

L'utilisation d'une référence au sol (GPS différentiel) permet d'améliorer la connaissance de la position du récepteur au centimètre près.

On utilise en supplément un émetteur au sol de position connue. Des traitements du signal dans des récepteurs plus sophistiqués permettent d'améliorer la précision de positionnement.



Mesure GPS différentielle

Ce positionnement peut être en temps différé, avec traitement, ou en temps réel.

Le principe est le suivant :

- on place un récepteur GPS à un point connu avec grande précision par des moyens géodésiques conventionnels.
- on raccorde à ce récepteur GPS un émetteur radio qui envoie la position mesurée.
- le mobile à situer possède lui aussi un récepteur GPS, mais dispose en plus d'un récepteur radio et d'un calculateur.
- le calculateur récupère donc les données fournies par les 2 GPS ; sachant la position réelle du GPS de référence il en déduit une erreur.
- cette erreur sert ensuite à corriger la position donnée par le GPS du mobile.

L'efficacité de la correction diminue assez rapidement. En effet, la dégradation volontaire correspond à l'altération des paramètres d'un satellite de façon à ce que ce dernier envoie des données erronées. Toute la constellation n'est pas touchée, seules quelques plates-formes sont déréglées volontairement et elles changent régulièrement, donc pour l'erreur volontaire et pour l'erreur de principe, il faut que les 2 récepteurs GPS travaillent sur des signaux satellites identiques. L'idéal étant que les récepteurs GPS soient spécialement prévus pour le différentiel pour donner d'autres informations que la position, comme les références des satellites reçus, leurs ordres, etc., ainsi les 2 récepteurs pourraient travailler ensemble sur les mêmes données améliorant du même coup la correction.

En conclusion, on pourra dire que le mode différentiel est utile à tous, car même des récepteurs PPS agréés qui ne subiront donc pas la dégradation pourront tout de même corriger les erreurs du principe et augmenter encore leur précision. Officieusement, elle descendrait alors au mètre mais l'information est classifiée. Les récepteurs SPS seront tout de même les grands gagnants car ce sont eux qui auront le meilleur gain de précision.

Le mode pseudo différentiel:

Le système différentiel a l'inconvénient de demander une position de référence précise et bien définie ce qui implique que tout déplacement de la référence doit faire l'objet d'un nouveau relevé géodésique.

On peut alors agir comme suit:

- on place le GPS de référence en un point que l'on définit comme référence mais dont on ne connaît pas la position exacte.
- le second GPS est équipé du calculateur et du récepteur radio.

Mais le calculateur n'effectue plus une correction d'après une valeur absolue mais mesure simplement le déplacement d'un GPS par rapport à l'autre (soustraction de position).

On a donc en sortie du calculateur une position donnée dans un repère géodésique local qui a pour centre le récepteur GPS de référence. L'erreur est aussi compensée puisque les deux positions sont entachées de la même erreur.

Le système est ainsi plus souple puisqu'il ne nécessite plus de position formelle.

En conclusion, on a là, un outil abordable pour des applications civiles requérant une bonne précision. Le système est autonome et moins coûteux qu'un ensemble différentiel standard.

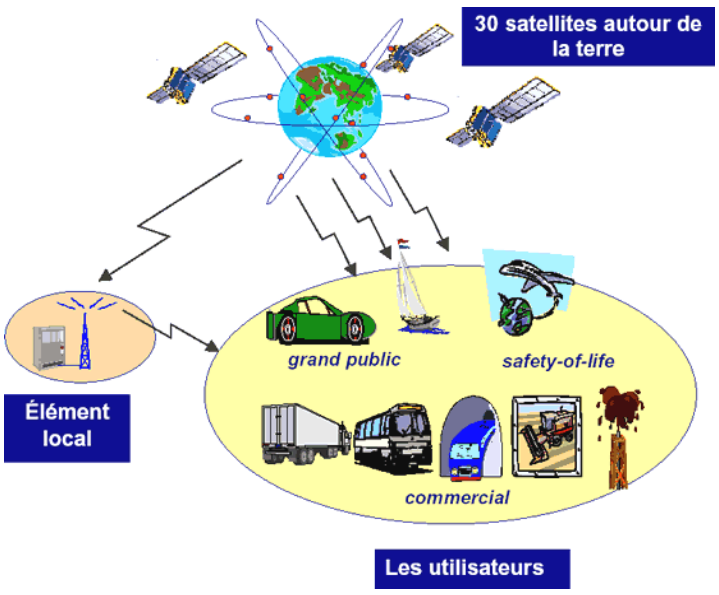
ANNEXE 4

Les systèmes de positionement et de navigation autres que GPS : GALILÉO – GLONASS - EGNOS

- Galiléo

Galiléo est le futur système de positionnement par satellites à l'initiative de l'Union Européenne et l'Agence Spatiale Européenne.

La nécessité d'un système de positionnement Européen répond au besoin d'indépendance face au GPS Américain. En effet en cas de conflit ou mésentente avec les USA, l'accès des européens au signal GPS pourrait être dégradé. Ainsi l'Europe mise sur un système novateur et performant qui supprimera les restrictions (précision et fiabilité) du GPS. L'un des atouts de Galiléo sera d'être entièrement sous contrôle civil.



Le calendrier de réalisation de Galiléo est le suivant :

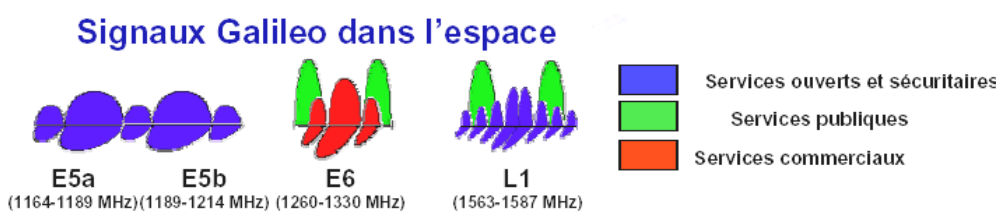
- 2001-2005 : Développement et validation en orbite.
- 2006-2007 : Déploiement.
- A partir de 2008 : Exploitation commerciale.

Le système Galiléo est composé de deux parties :

- la partie Spatiale avec 27 satellites actifs (plus 3 de secours) placés sur 3 orbites à 23616 Km d'altitude. Chaque satellite pèse 700 Kg, et possède une horloge atomique et des panneaux solaires.
- la partie au sol composée de 2 centres de contrôles en Europe et un minimum de 20 stations au sol de télémesure ainsi que de l'ensemble des récepteurs individuels.

Bandes de fréquences attribuées à Galiléo :

Trois bandes de fréquences sont attribuées à Galiléo : Bandes E5a/E5b, E6 et L1.



Galiléo offrira plusieurs services :

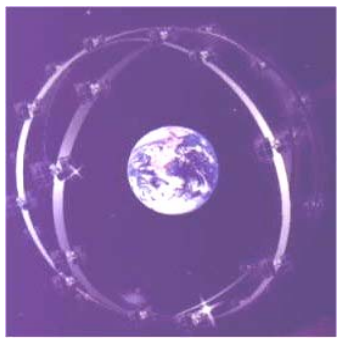
- Service ouvert (*OS* : *Open Service*) : accessible sans autorisation.
- Service commercial (*CS : Commercial Service*) : accès payant, protégé par des clés d'accès.
- Service de la sûreté de la vie (*SOL : Safety of Life Service*) : accès restreint.
- Service de recherche et secours (*SAR : Search And Rescue service*) : accès restreint.
- Service public réglementé (*PRS : Public Regulated Service*) : accès restreint.

Pour les utilisateurs finaux, trois bandes de fréquences sont prévues : 1164-1215 MHz pour les services gratuits et commerciaux liés à la "sécurité de la vie", 1260-1300 MHz pour les services commerciaux et gouvernementaux liés aux services d'urgence à caractère public, 1559-1591 MHz pour les communications gratuites et commerciales liées à la "sécurité de la vie" et aux situations d'urgence.

En conclusion, Galiléo est à la fois le concurrent et le complémentaire du GPS, fournissant une plus grande fiabilité et une moindre vulnérabilité.

Etant donné que certains services sont payant, Galiléo engage une responsabilité contractuelle en cas d'accidents dus à un mauvais signal. Avec un coût de l'ordre de quatre milliards d'Euros, Galiléo permettra la création probable de 140000 emplois.

- **Glonass**



Glonass (GLObal Navigation Satellite System) est l'équivalent Russe du GPS.

Il a été développé à partir de 1982 par les militaires Russes, il est uniquement à usage militaire et est opérationnel depuis 1997.

Ce système n'a jamais atteint ses objectifs : il compte actuellement entre 7 et 10 satellites en état de fonctionner alors que la constellation initiale prévue était de 24 satellites. Ces satellites sont répartis sur 3 plans orbitaux (ce qui permet une réorganisation plus rapide des satellites en cas de panne) incliné de 64.8° à 19130 Km d'altitude. La période de révolution est de 11h 15min 40s.

Le segment de contrôle est composé de 5 stations au sol.

La particularité de Glonass est que chaque satellite possède sa propre fréquence ce qui augmente la résistance au brouillage.

La Russie est intéressée par Galiléo.

- **Egnos**

Afin d'améliorer les performances du GPS initialement dans le domaine de la navigation et de la surveillance du système de gestion de trafic aérien, EGNOS (European GeostatioNnary Overlay System), Service Européen de navigation par complément géostationnaire a vu le jour en 2004.

C'est la première initiative européenne dans ce domaine, et c'est aussi la première étape de réalisation de Galiléo. EGNOS est formé de :

- Trois répéteurs installés dans les satellites géostationnaires (Immarsat- III et Artemis).
- Un segment sol composé de 30 stations de télémétrie et de contrôle d'intégrité[9], de 4 centres de contrôle principaux et de 6 stations de liaison montante.

Les stations de référence enregistrent en permanence des informations, dont les observations GPS.

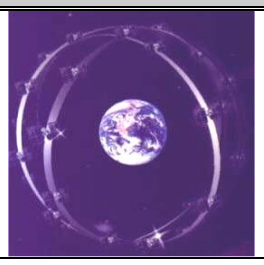
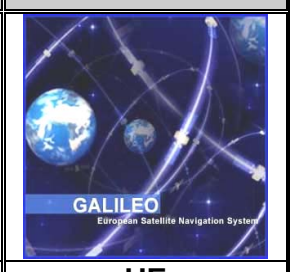
Les centres de calculs estiment les paramètres de corrections du GPS et génèrent les messages qui seront retransmis aux utilisateurs via les satellites de télécommunication.

L'ensemble des messages sera diffusé sur la bande L1 utilisée par le GPS. Ceci permet un large recouvrement régional européen.

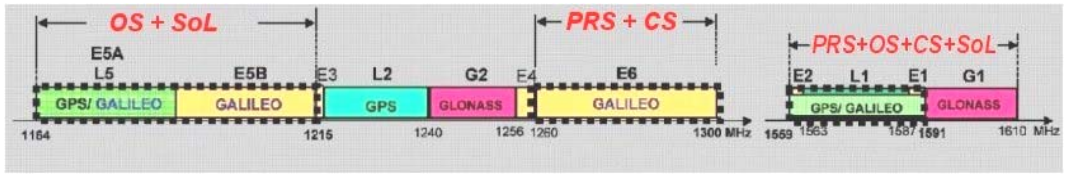
EGNOS offre 3 services : service Correction différentielle, service Intégrité et service *Ranging.* Ainsi, avec ces différents services EGNOS augmente la précision de la localisation.

[9] Intégrité : capacité du système à détecter une faute ou une panne en cours de navigation.

Caractéristiques techniques des trois systèmes GPS – GLONASS - GALILÉO

Système	GPS	GLONASS	GALILEO
			
Détenteur du système	**USA**	**RUSSIE**	**UE (Union Européenne)**
Nombre de satellites	28	10 (7 opérationnels)	30
Site de Lancement	Cap Canaveral, USA	Baikonur Cosmodrome, Kazakstan	Kourou, Guyane
Nombre de plans orbitaux	6, inclinés de 55°	3, inclinés de 64.8°	3, inclinés de 56°
Altitude des orbites	20180km	19130km	24000km
Période de révolution	11h58m00s	11h15m40s	
Système géodésique	WGS84	PZ90	
Référence de temps	UTC le 6/01/80	UTC Russie	
Fréquences actuelles	L1: 1575.42 MHz L2: 60/77 L1	L1 : 1608.47 MHz L2 : 7/9 L1	
Fréquences futures (2005+)	• L5 = E5a Galiléo • Modification de la bande L2 (1216 - 1240Mhz) : création de L2CS (civil signal) • L1 : 1575.42 Mhz inchangée	• Nouvelles bandes • L1 : 1598.06-1605.38 MHz • L2 : 1240 - 1256Mhz	• E5a: 1176,45 MHz • E5b: 1207,14 MHz • E6 : 1278,75 Mhz • L1 : 1575,42 Mhz
Code binaire Coarse/Acquisition actuel	1023 bits 1,023 Mbit/s sur L1	511 bits sur L1	
Code binaire Precise actuel	$2{,}35 \cdot 10^{14}$ bits 10,23 Mbit/s sur L1 et L2	5110000 bits sur L1 et L2	
Codes binaires futurs (2005+)	• Codes civils sur L2CS et L5 • Codes M sur L1 et L2 (militaire)		(10 signaux de navigation) dont 4 en service ouvert
Message de navigation	Durée 12m30s, à 50bit/s	Durée 2m30s, à 50 bits/s	
Secteur de contrôle	5 stations **(+6)**	5 stations	Réseau de 20 stations 2 centres de contrôle.

Bandes de fréquences occupées à partir de 2008 par les trois systèmes



ANNEXE 5

Les perspectives de l'association entre le module WISMO (technologie GSM) et la technologie GPS

En intégrant le module WISMO dans les systèmes télématiques des voitures, et éventuellement le combinant à la technologie GPS, les ingénieurs ont développé des concepts novateurs dans deux domaines principaux :

- **Le GSM au service du conducteur et de sa sécurité :**

Outre l'accès à des téléphones intégrés mains-libres et l'apport interactif d'informations de toute sorte, les applications automobiles peuvent être considérées comme des véritables éléments de sécurité routière.

Grâce au mariage GSM/GPS, le conducteur peut bénéficier d'un bouton SOS afin d'alerter un centre d'urgence, dans le cas d'une attaque, par exemple. Il peut également obtenir une assistance routière dans le cas d'une panne de voiture ou d'un embouteillage, si le chauffeur souhaite connaître le meilleur moyen d'en sortir. Le système peut être utilisé pour retrouver la voiture si elle a été volée. Le centre d'alerte peut alors localiser la voiture, même si le téléphone est éteint. Le propriétaire peut également obtenir de l'aide s'il a perdu les clefs de sa voiture : en indiquant son code de sécurité, le centre d'alerte peut contacter le système électrique de la voiture et déverrouiller les portes.

De plus, l'ensemble des statistiques d'accident disponibles démontrent que les toutes premières minutes suivant un accident sont déterminantes pour les chances de survie du passager. C'est pourquoi il est également important d'avoir des systèmes appelant les centres d'urgence automatiquement et immédiatement. Dans certains de ces nouveaux systèmes télématiques, il est possible que l'alerte soit donnée dès que les airbags de la voiture sont déclenchés. Avec la mémorisation automatique des dernières positions GPS, les secours peuvent localiser un véhicule avec rapidité et précision, même dans le pire des cas, comme la nuit, sur une route déserte, avec les occupants inconscients.

- **Le GSM au service de la gestion de flotte et de la localisation automatique des véhicules**

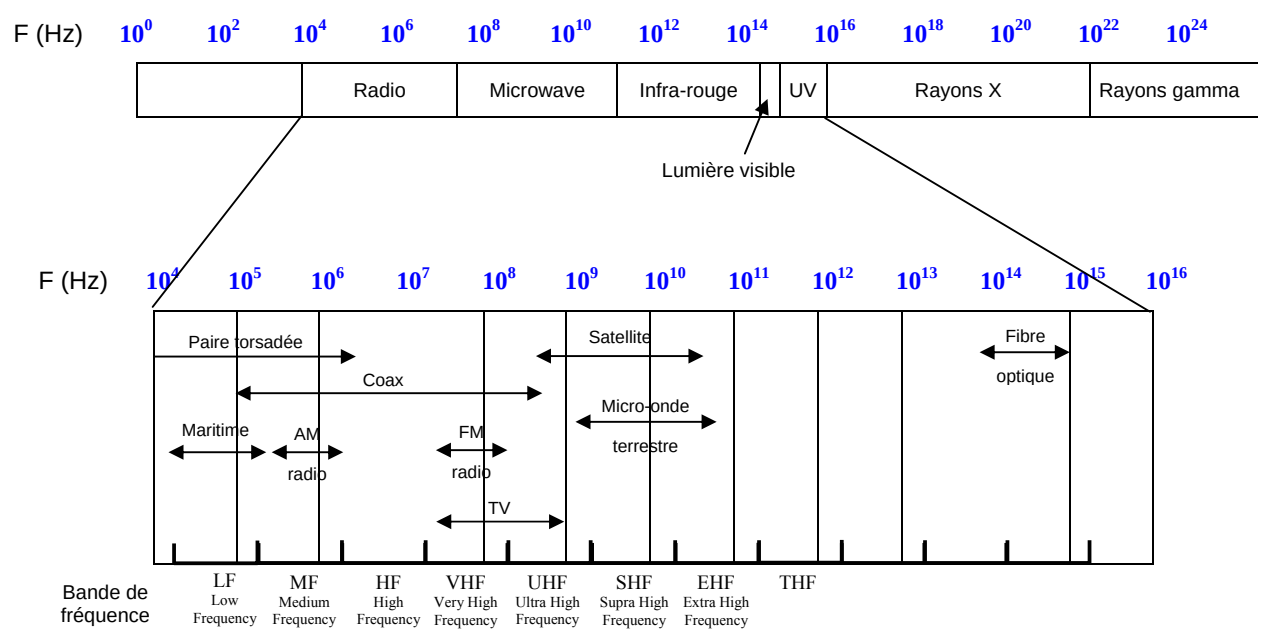
Le mariage GSM/GPS a permis la création de « boîtes noires intelligentes », permettant de résoudre un des plus gros problèmes auxquels sont confrontées les entreprises de transport : la menace d'un détournement. Sous la menace, un véhicule équipé d'une unité GSM/G¨PS peut automatiquement envoyer une alarme à un poste de sécurité ou à un commissariat de police. Le GPS détermine alors la localisation précise du camion - jusqu'à 100 mètres - et permet ainsi de se rendre rapidement sur place. Même si les pirates arrivent à s'enfuir avant l'arrivée de la police, le poste de sécurité peut envoyer un message SMS demandant à la boîte noire d'arrêter le moteur afin de déjouer la fuite.

Ces boîtes noires ne sont pas seulement des armes contre le crime : elles effectuent également un grand nombre de tâches quotidiennes, telles que la gestion logistique en temps réel et la navigation. De plus, elles peuvent être suffisamment sophistiquées pour gérer des diagnostics moteurs à distance. Elles peuvent en effet détecter un problème mécanique imminent, transmettre un message à la centrale de la société du camion, qui avertit du problème, localise le véhicule et recommande un lieu de réparation à proximité.

ANNEXE 6

Classification des ondes et plages de fréquences

A°) Les différentes plages de fréquence des ondes sont décrites ci-dessous :



Une classification des bandes de fréquence est nécessaire car les technologies à utiliser et les conditions de propagation dépendent fortement de la longueur d'onde. A l'intérieur des bandes de fréquences, les ondes ont des propriétés relativement homogènes.

La longueur d'onde λ, s'exprime sous la relation suivante :

$$\lambda = \frac{C}{F}$$

avec : C vitesse de propagation de l'onde, $C = 3.10^8$ m/s
F fréquence de l'onde

Exemple : une longueur d'onde de 10 cm correspond à une fréquence de 3 GHz.

B°) Classification des ondes pour les systèmes de communication en général :

Dénomination des ondes Bande de fréquence	Fréquences Longueur d'onde	Propagation	Application
ELF	30 – 3000 Hz 1000km > λ > 100km		
VLF	3 – 30 KHz 100km > λ > 10km		
Ondes longues GO LF	30 KHz – 300 KHz 10km > λ > 1km	•Ondes de sol •Par réflexion des ondes sur l'ionosphère	•Radiodiffusion en AM •Communications lointaines •Signaux destinés à la localisation (sous-marins)
Ondes moyennes PO MF	300 KHz – 3 MHz 1km > λ > 100m	Portée par réflexion prépondérante (fréquence plus élevée)	•Radiodiffusion en AM •Signaux destinés à la localisation (bande dite « chalutiers »)
Ondes courtes HF	3 MHz – 30 MHz 100m > λ > 10m	•En ligne directe (courte distance) •Par réflexion (grande distance)	•Nombreux services •Radiodiffusion en AM •Télécommunications, CB
Ondes très hautes fréquences VHF	30 MHz – 300 MHz 10m > λ > 1m	En ligne directe et limitée à l'horizon (liaison très faible)	•Radiodiffusion FM •Télévision (Canal+)
Ondes ultra hautes fréquences UHF	300 MHz – 3 GHz 1m > λ > 10cm	Idem VHF, mais il y a de plus grandes contraintes technologiques (liées à la propagation)	•Télévision (TF1, F2…) •Téléphonie mobile •Radars •Industrie et domestique
Ondes supra hautes fréquences SHF	3 GHz – 30 GHz 10cm > λ > 1cm	En ligne droite	•Faisceaux hertziens •TV par satellite
Ondes extra hautes fréquences EHF	30 GHz – 300 GHz 1cm > λ > 1mm	Directe, mais certaines bandes sont absorbées par l'atmosphère	•Radars aériens •Satellites

C°) Gamme de fréquences utilisables pour les communications par satellites :

Bande de fréquence	Fréquences en **GHz**		Usage
	"DOWN LINK" Espace vers Terre	"UP LINK" Terre vers Espace	
L	1,530/ 1,559	1,6265/ 1,6605	Mobile
S	2,500/ 2,655	2,655/ 2,690	Télécommunication et Télédiffusion
C	**3,700/ 4,200**	**5,925/ 6,425**	**Télécommunication**
X	7,250/ 7,750	7,900/ 8,400	Gouvernemental
Ku	10,950/ 11,200 11,450/ 11,700 **11,700/ 12,200**	**14,000/ 14,500**	International International **Télécommunication**
	12,200/ 12,700	17,300/ 17,800	Télédiffusion
Ka	**17,700/ 20,200** 20,200/ 21,200	**27,500/ 30,000** 30,000/ 31,800	**Télécommunication** Gouvernemental

D°) Services de radiocommunication attribués par l'A.R.T. suivant le tableau national de répartition de fréquences :

- Détecteurs de victimes d'avalanches : 2,275kHz (canal simplex Δ=40Hz) ; 457kHz (Δ=400Hz)
- Localisation de bateaux, bande dite « chalutiers » fréquence S.O.S. à 2182kHz
- Matériels à boucle d'induction badge ski, détection antivol : 1,875MHz ; 3,250MHz ; 8,1MHz…
- Postes téléphoniques sans cordon : 26,4MHZ ; 41,4MHz…
- Modélisme : 26,9MHz ; 72,2MHz
- Citizens' Band (CB) : 26,96MHz
- Application pour chemin de fer ⇒ Eurobalise : 27,095MHz
- Réseaux mobiles professionnels : 30,83MHz…36,59MHz ; 40MHz…
- Microphones sans fil : 36,4MHz ; 39,2MHz (canaux simplex 200kHz) ; 41,3MHz ; 175,5MHz ; 863MHz…
- Aéromodélisme : 40,995MHz
- Alarmes : (personnes âgées) 41,225MHz ; (sociales) 868,6MHz
- Radiodiffusion FM : 87,5MHz à 108MHz (radio-trafic 107,7MHz) (Δ=250kHz)
- Services aéronautiques (aide à l'atterrissage et au décollage) : 108MHz à 118MHz
- Radio-VHF bateaux : 160MHz
- Télécommandes portails, capteur météo domestique… : 433MHz ; 866MHz
- Télévision : 47MHz à 68MHz ; 174MHz à 223MHz ; 470MHz à 830MHz (Δ=8MHz)
- Télécommande et télémesure médicale : 446,05MHz
- Radiocommunication mobile publique ⇒ GSM : 890MHz…960MHz ; 1800MHz
- Radiocommunication mobile publique ⇒ UMTS : 1940MHz ; 2170MHz
- Détecteurs de mouvement et d'alerte : 2446MHz ; 9,8GHz ; 10,5GHz
- Télé-péage d'autoroutes : 5,795GHz
- Fréquence étalon et signaux horaires par satellite : 6,427GHz
- Liaison inter-satellites : 23,5GHz
- Applications de niveau-mètrie de cuve : 24,2GHz
- Radars de véhicules : 76GHz

GLOSSAIRE

ADC : convertisseur analogique - numérique
AT : attention (préfixe pour la commande des modems)
AUX : auxiliaire
C/A : code d'acquisition brut
CEM : compatibilité électromagnétique
CEP : probabilité d'erreur circulaire
CMOS : semi-conducteur complémentaire d'oxyde de métal
CTS : accord pour envoi
dB : décibel
dBc : décibel relatif à la puissance de porteuse
dBi : décibel relatif au rayonnement isotrope
dBm : décibel relatif à 1 milliwatt
DCE : équipement de communication de données
DCS : système cellulaire numérique
DGPS : GPS différentiel
DTE : terminal de communication de données
E-GSM : GSM étendu
ESD : décharges électrostatiques
GPRS : service de transfert de données par paquets
GPS : système de positionnement global
GSM : système global de communications mobiles
Ksp/s : milliers d'échantillons par secondes
Max : maximum
MIC : microphone
Min : minimum
NMEA : association de gestion de l'électronique dans la marine nationale
RF : fréquence radio
RS232 : liaison série
RTCM : commission technique des fréquences radios pour les services maritimes
RTS : demande d'envoi
RxD : récepteur (du DTE)
SA : dégradation volontaire du ministère de la Défense Américaine sur ces signaux
SIM : module d'identification de l'abonné
SMA : connecteur (Sub Miniature A) pour le raccordement d'antenne (ici GSM)
SMB : connecteur (Sub Miniature B) pour le raccordement d'antenne (ici GPS)
SMS : service de messages écrits courts
SPK : haut-parleur
STI : systèmes de transport intelligents
SUBD : connecteur de forme trapézoïdale pour les liaisons V24, phonie et GPS
TDMA : accès multiple par division du temps
TIC : technologies de l'information et des communications
TLM : mot de télémesure
TVS : suppression des tensions transitoires
TxD : émetteur (du DTE)
TYP : typique
UTC : heure universelle
WIOW : registre interne de configurations de certaines entrées/sorties du module WISMO
WISMO : module standard de communication sans fil

BIBLIOGRAPHIE et LIENS UTILES

•Sites concernant le boîtier GENLoc25.
http://www.gener.fr

•Informations concernant le GPS
http://membres.lycos.fr/gps2001/page3.html
http://www.thelexic.com/frameset_accueil.php
http://membres.lycos.fr/guibert/gps/gps2.html
http://www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier504-1.php
http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/Meca/Planetes/3spheres.html
http://fr.wikipedia.org/wiki/GPS
http://fr.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
http://i-space.cnes.fr/applic_localisation.htm
http://www.orbitica.com/gps/pro/pro.htm
http://www.orbitica.com/gps/gps.htm
http://www.astro.oma.be/D1/GPS
http://villemin.gerard.free.fr/Multimed/GPS.htm
http://www.univ-lemans.fr/~s962665/gps.html
http://artemmis.univ-mrs.fr/cybermeca/Formcont/mecaspa/COURS_SA/GPS/GPS.htm#Avenir
http://www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier504-1.php
http://www.gps.oma.be/fr/lbesch_fr_ok_css.htm
http://hebergement.ac-poitiers.fr/c-font-niort/site_eleves_1/pages/gps.htm
http://www.sisl.ch/gps/gps.htm
http://www.scg.ulaval.ca/gps-rs/fr/Cours/introWWW/introduction_GPS.htm
http://agirard.free.fr/gps%20a.html
http://www.ccg-gcc.gc.ca/dgps/guide/guide2_f.htm
http://sitelec.free.fr/gps.htm
http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/Infosciences/Geodynamique/Mouvements-plaques/GPS/gps.htm#GPS
http://i-space.cnes.fr/applic_localisation.htm
http://pro.thalesnavigation.com/fr/pro/scripts/techno_gps/techno_gps_dgps.asp
http://fr.wikipedia.org/wiki/GPS
http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html
http://www.rd.francetelecom.fr/fr/technologies/ddm200307

•Informations complémentaires concernant GALILEO, GLONASS, EGNOS
http://fr.wikipedia.org/Global_Positioning_System
http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo
http://www.g9plus.org/interface/CR%20GALILEO%202.pdf
http://www.esa.int/export/esaCP/ESA8OIF18ZC_France_0.html

•Informations diverses
http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/index.html#Menu%20principal
http://www.esa.int
http://www.zdnet.fr/techupdate/reseaux_telecoms/0,39020969,39175031,00.htm
http://www.supaero.fr/formation/pir-1a-2004/brethiot_depigny/local.html
http://www.ics-informatique.com/html/visuels.html
http://sawww.epfl.ch/SIC/SA/publications/FI98/fi-5-98/5-98-page1.html
http://www.ta-formation.com/diapo.htm
http://www.solustop.com
http://www.europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/evaluation/index_fr.htm

•Informations concernant le GSM, GPRS (architecture, débit, fonctionnement)
http://www.issep.be/files/files/ Fonctionnement des reseaux GSM1 Octobre 2003.pdfhttp://linuxfr.org/2001/12/07/6275.html
http://mma.epita.net/downloads/veille/veille2002/000080_GPRS.pdf
http://mma.epita.net/downloads/veille/veille2002/000080_GPRS.pdf
http://francoise.mayenson.free.fr/index.php?page=gprs.html
http://perso.wanadoo.fr/herve.henry/GPRS.htm