

RAPPORT 1166*

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE LA TRANSMISSION DE DONNEES EN
MODE DIFFERENTIEL DANS LE GPS A PARTIR DE RADIOPHARES MARITIMES

(Question 58/8)

(1990)

1. Introduction

1.1 Le GPS (Global Positioning System) est un système de navigation par satellites mis en place par les Etats-Unis d'Amérique. La précision des données de navigation, auxquelles pourront avoir accès de nombreux utilisateurs sera d'environ 100 mètres (avec une probabilité de 95%). Cette précision sera suffisante pour la plupart des besoins de navigation d'ordre général, mais pas pour certaines applications particulières, telles que les manoeuvres d'approche portuaire, les services de contrôle du trafic maritime (VTS), la surveillance de la navigation, le dragage, la pose de câbles et de canalisation, l'implantation de bouées et autres structures en mer et les instruments de mesure de position pour les systèmes de cartes électroniques.

1.2 La précision des données de navigation dans le GPS peut être améliorée considérablement par la transmission de corrections en mode différentiel à partir de stations de référence convenablement positionnées. L'étude des facteurs techniques, administratifs et économiques qui influent sur le choix des modalités de transmission des corrections en mode différentiel a montré que l'utilisation de radiophares maritimes fonctionnant dans la bande 285 - 315 kHz serait une solution possible, parce que:

- la propagation des signaux dans cette bande de fréquences se fait essentiellement par l'onde de sol, avec une portée utile du même ordre de grandeur que la portée opérationnelle de la station de référence;
- conformément au renvoi 466 du Règlement des radiocommunications, dans le service de radionavigation maritime, les stations de radiophares peuvent transmettre des informations supplémentaires utiles à la navigation;
- les radiophares maritimes assurent actuellement la couverture des eaux côtières dans de nombreuses régions du monde. Cela permettrait d'appliquer, de façon efficace et économique, une norme mondiale pour la transmission de corrections en mode différentiel dans le GPS.

1.3 Bien que les études actuelles concernent particulièrement le système GPS, les mêmes principes s'appliquent à d'autres systèmes de radionavigation ou de navigation par satellite, tels que le Glonass ou le Loran-C.

* Le Directeur du CCIR est prié de porter ce Rapport à l'attention de l'OMI et de l'AIMS.



2. Caractéristiques d'exploitation d'un système GPS fonctionnant en mode différentiel

2.1 Un système GPS en mode différentiel devrait répondre aux besoins de la radionavigation à haute précision jusqu'à 100 milles marins à partir des côtes et à ceux de la radiolocalisation jusqu'à 200 milles marins à partir des côtes. La forme d'émission devrait être normalisée au niveau international pour garantir une utilisation mondiale et l'équipement d'utilisateur devrait être peu onéreux.

2.2 Dans la mesure du possible, et avec un temps d'actualisation inférieur à 10 secondes, les corrections GPS en mode différentiel, utilisées conjointement avec les données fournies par les satellites GPS, devraient permettre d'obtenir les précisions suivantes en navigation (avec une probabilité de 95%) :

	<u>En mer</u>	<u>Sur le littoral</u>	<u>Voies d'eau intérieures</u>
radionavigation	≈ 20 m	≈ 10 m	≤ 5 m
radiolocalisation	≈ 10 m	≈ 5 m	1 à 2 m

2.3 Le système devrait être disponible pour la radionavigation pendant au moins 99% du temps et pour la radiolocalisation pendant au moins 90% du temps (moyennes établies sur un an). Toutefois, une disponibilité moindre peut être acceptable dans les régions de moindre importance.

2.4 Si l'on met à la disposition de tous les usagers un système à satellites donnant des précisions de navigation voisines de celles indiquées au § 2.2, il est peu probable que le développement et la mise en oeuvre d'un GPS en mode différentiel soient justifiés.

3. Facteurs concernant les stations de référence du GPS en mode différentiel

3.1 L'emplacement des stations de référence du GPS en mode différentiel dépend essentiellement, d'une part, de la distance à laquelle les corrections fourniront la précision de navigation nécessaire, d'autre part, de l'étendue de la zone à couvrir. Dans certaines circonstances, une seule station de référence pourrait être utilisée pour fournir des corrections à plusieurs stations d'émission.

3.2 Lorsqu'on cherche à déterminer le nombre optimal de stations du GPS en mode différentiel pour desservir une région donnée, il convient de prendre en considération un certain nombre de facteurs. A supposer que l'on puisse choisir entre des stations de portée moyenne (environ 250 km) et des stations de longue portée (environ 500 km), il faudrait tenir compte des éléments suivants :

Option	Avantages	Inconvénients
Stations de portée moyenne	<p>Faible brouillage par l'onde ionosphérique</p> <p>Grande disponibilité</p> <p>Précision élevée</p> <p>Un équipement normalisé de puissance moyenne est adéquat</p>	<p>Couverture réduite</p> <p>Un plus grand nombre de stations est nécessaire pour assurer la couverture d'une zone</p> <p>Il sera probablement nécessaire d'utiliser davantage de voies de transmission</p>
Stations de longue portée	<p>Il faudra moins de stations pour assurer la couverture d'une zone</p> <p>Il est probable qu'on aura besoin d'un plus petit nombre de voies de transmission</p>	<p>Le brouillage par l'onde ionosphérique limite la disponibilité du système en limite de portée</p> <p>La précision de la navigation risque d'être moins bonne sur les grandes distances</p> <p>Aucun équipement normalisé à puissance élevée n'est disponible</p>

4. Concept du système

4.1 L'AIMS étudie actuellement un concept fondé sur les caractéristiques et les paramètres suivants:

- le format des données et du message doit être conforme aux Recommandations de Comité spécial RTCM 104 (version 2.0);
- le débit d'information doit être de 100 bit/s;
- les corrections du GPS en mode différentiel seraient transmises de façon continue parce que cela permettrait d'obtenir une grande précision avec un équipement d'utilisateur simple;
- il conviendrait d'utiliser pour la détection et la correction des erreurs un code d'un débit de 1/4 pour garantir une grande disponibilité sur les distances maximales dans les régions où le niveau du bruit atmosphérique est élevé. Cela se traduirait par un débit de transmission de 400 bit/s;
- il conviendrait d'employer la modulation MDM pour diminuer la largeur de bande nécessaire. A un débit de transmission de 400 bit/s, on aurait besoin d'une largeur de bande de 472 Hz pour 99% de la puissance émise;

- un espacement de 500 Hz entre voies serait adéquat pour assurer un brouillage minimal entre voies adjacentes et serait compatible avec l'espacement des voies des radiophares utilisés dans toutes les régions, y compris la Zone européenne maritime (EMA);
- si l'on prend un rapport de protection de 12 dB contre les brouillages dans le même canal, on pourrait assurer une couverture totale en utilisant 12 voies au maximum, chacune de 500 Hz de largeur de bande.

4.2 Dans certains pays, d'autres concepts de systèmes sont à l'étude pour les opérations grande distance du GPS en mode différentiel. Ces concepts pourraient également être décrits.

5. Stations d'émission du GPS en mode différentiel

5.1 On peut associer une station d'émission du GPS en mode différentiel à une station de radiophare en décalant la modulation différentielle de 500 Hz par rapport à la modulation du radiophare. Toutefois, une station du GPS en mode différentiel peut également fonctionner comme un émetteur indépendant.

5.2 Une comparaison des deux options a donné les indications suivantes:

Option	Avantages	Inconvénients
Station de radiophare associée à une station du GPS en mode différentiel	<p>Solution économique, qui permet d'utiliser tous les éléments de l'infrastructure des radiophares</p> <p>Nécessité d'apporter de légères modifications d'ordre réglementaire à la planification de l'EMA*</p> <p>Dans la plupart des cas, il serait facile de superposer quelques voies du GPS en mode différentiel à l'émission du radiophare</p>	<p>Absence de souplesse en ce qui concerne la portée, la couverture ou le rapport de protection du GPS en mode différentiel</p> <p>Il sera probablement nécessaire d'utiliser un récepteur un peu plus complexe</p> <p>Nécessité de coordonner les fréquences attribuées aux stations de radiophare et aux stations du GPS en mode différentiel associées aux radiophares</p> <p>Possibilité de brouillage mutuel entre les stations de radiophare et les stations du GPS en mode différentiel</p> <p>Une exploitation totale du potentiel du GPS en mode différentiel risque de ne pas être possible</p>
Station spécialisée du GPS en mode différentiel	<p>Souplesse maximale du système</p> <p>La complexité des récepteurs sera probablement réduite</p>	<p>Impossibilité d'utiliser en commun l'infrastructure des radiophares</p> <p>Nécessité d'apporter des modifications au Règlement des radiocommunications</p>

* European Maritime Area - Zone européenne maritime

5.3 Si l'on mettait en service des stations GPS spécialisées et si 12 canaux GPS en mode différentiel étaient demandés, on pourrait attribuer une tranche de 6 kHz de la bande 285 - 315 kHz, soit en bloc, soit en désignant certaines voies particulières, réparties de façon régulière à travers la bande. Une comparaison de ces options a donné les indications suivantes:

Option	Avantages	Inconvénients
Attribution en bloc de 6 kHz (12 x 50 Hz)	Aucun brouillage entre les radiophares et le GPS en mode différentiel Souplesse maximale pour exploiter le potentiel du GPS en mode différentiel	Impossibilité de combiner les émetteurs de radiophare et ceux du GPS en mode différentiel
Désignation de voies du GPS en mode différentiel	Possibilité d'associer, si nécessaire, des émetteurs de radiophare à ceux du GPS en mode différentiel Le risque de brouillage entre les radiophares et le GPS en mode différentiel est faible	Nécessité de réattribuer des fréquences aux stations de radiophare

6. Etudes complémentaires

Il convient d'étudier plus avant les aspects d'exploitation et techniques de l'utilisation des radiophares maritimes pour transmettre les corrections du GPS fonctionnant en mode différentiel. Ces aspects sont les suivants:

- portée opérationnelle optimale réelle des transmissions;
- rapport de protection et effets de l'onde ionosphérique;
- disposition des fréquences dans la bande 285 - 315 kHz et nombre de voies nécessaires pour les transmissions du GPS en mode différentiel;
- type de codage et de format des messages;
- coût du système et besoins des usagers.