

ONZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 22 septembre – 3 octobre 2003

**(PROJET DE) RAPPORT DU COMITÉ B
SUR LE POINT 6 DE L'ORDRE DU JOUR**

Le Comité B soumet à l'approbation de la Plénière le projet de rapport ci-joint sur le point 6 (sous-point 6.1) de l'ordre du jour.

Point 6 : Questions de navigation aérienne**6.1 ÉTAT D'AVANCEMENT DU SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS), D'APRÈS DES RAPPORTS D'ÉTATS, DE PRESTATAIRES DE SERVICE ET D'ORGANISATIONS DE L'INDUSTRIE****6.1.1 Introduction**

6.1.1.1 Dans son invitation aux États et aux organisations internationales à participer à la onzième Conférence de navigation aérienne (voir la lettre ST 12/1-02/58), l'OACI attirait en particulier l'attention des États, des prestataires de services et des organisations qui interviennent dans l'élaboration du GNSS et de ses éléments sur la nécessité de fournir, au titre du point 6, des renseignements pertinents sur ces activités.

6.1.1.2 En réponse à la demande de l'OACI, plusieurs États et prestataires de services présentent à la réunion des renseignements sur la modernisation du système mondial de localisation (GPS) et du système mondial de satellites de navigation (GLONASS) ainsi que sur la mise au point de la constellation satellitaire de base GALILEO. La réunion est informée aussi de la situation du système de renforcement satellitaire (SBAS) aux États-Unis, en Europe, au Japon et en Inde. Des rapports sur le système de renforcement au sol (GBAS) et le système d'augmentation régionale basé au sol (GRAS) sont aussi présentés.

6.1.1.3 La Conférence examine ces renseignements dans l'ordre suivant : constellations satellitaires de base, systèmes de renforcement satellitaire et systèmes de renforcement au sol.

6.1.2 Constellations satellitaires de base**GPS**

6.1.2.1 La Conférence note que le segment spatial GPS se compose de 28 satellites opérationnels. La Conférence est informée que les États-Unis ont élaboré un plan pour la modernisation du GPS. L'un des principaux objectifs de la modernisation est de fournir des signaux civils codés supplémentaires. Un deuxième signal civil, L2C, sera diffusé à la fréquence de 1227,6 MHz, et un troisième, L5, à 1176,45 MHz. Le nouveau signal civil codé, plus robuste sera diffusé sur L2, à partir de 2004. Un troisième signal civil (L5), conçu pour l'aviation et d'autres applications de sauvegarde de la vie sera disponible à partir de 2006. D'après le calendrier budgétaire 2004 courant, une capacité opérationnelle initiale pour la navigation bi-fréquence sera en place en 2010 (année civile), et assurée par une constellation de 18 satellites diffusant sur L2, le nouveau signal civil codé. De la même manière, le signal L5 devrait être disponible sur les 18 satellites GPS d'ici la fin de 2003.

GLONASS

6.1.2.2 Il est noté qu'à la date de la conférence, le segment spatial du GLONASS se compose de 11 satellites, dont huit fonctionnent sans aucune restriction. Il lui est signalé qu'en août 2001, le Gouvernement de la Fédération de Russie a adopté un programme fédéral décennal spécial pour maintenir le GLONASS et poursuivre son expansion. Le programme comprend la mise au point d'un satellite de nouvelle génération, le GLONASS-M, qui sera lancé pour la première fois avec deux satellites GLONASS pendant le quatrième trimestre de 2003. L'évolution se poursuivra avec la mise au point d'un

satellite avancé, le GLONASS-K, qui aura une durée de vie de 10 à 12 ans, des performances de précision améliorées et un signal de navigation supplémentaire dans la bande 1164 – 1215 MHz. Ce satellite sera beaucoup plus léger que les versions existantes des satellites GLONASS, ce qui permettra de réduire plusieurs fois le coût du déploiement et du maintien du segment orbital du système.

6.1.2.3 Le calendrier de déploiement du segment orbital sera le suivant :

Phase 1 : En 2006, le segment orbital sera porté à 18 satellites, dont certains seront des satellites GLONASS-M dont la durée de vie sera accrue et les performances améliorées.

Phase 2 : Après 2006, le segment orbital sera déployé et maintenu au niveau de 24 satellites, qui sera atteint par le lancement des satellites GLONASS-K.

6.1.2.4 Il est signalé aussi que le transfert graduel du fonctionnement du système dans les plus basses fréquences des bandes actuellement occupées se poursuivra conformément aux accords existants pour assurer la compatibilité électromagnétique avec le service radioastronomique et satellitaire mobile.

GALILEO

6.1.2.5 Il est signalé à la conférence que les États européens, conscients de l'importance stratégique de la navigation par satellite, de ses applications potentielles et des lacunes actuelles du GNSS, ont décidé d'élaborer en deux phases des moyens GNSS européens en mettant en oeuvre un SBAS connu sous le nom de Complément géostationnaire européen de navigation (EGNOS) pour répondre aux besoins à court et moyen termes, et une constellation de satellites de navigation (GALILEO) à l'appui des besoins multimodaux des usagers à plus long terme. Le programme GALILEO consistera à déployer une constellation complète de satellites européens, sous contrôle civil, qui renforcera la robustesse de la navigation par satellite, dissipera certaines préoccupations institutionnelles et devrait continuer de faciliter la transition complète vers la navigation par satellite. Les parties prenantes du GALILEO ont déjà établi et appuient la participation internationale et bilatérale à la mise au point du système. Les services offerts par GALILEO pourront seulement être utilisés après l'adoption de normes appliquées par l'OACI..

6.1.2.6 En plus d'un service ouvert semblable au service de localisation standard (GPS), GALILEO mettra à disposition de nouvelles caractéristiques pour améliorer et garantir les services à l'appui d'applications critiques, de sauvegarde de la vie ou commerciales. Les services de GALILEO devraient être pleinement compatibles et interopérables au niveau des utilisateurs avec d'autres services GNSS, sans mode de défaillance commun à tous les systèmes. L'utilisation combinée de GALILEO et d'autres éléments du GNSS offrira à tous les utilisateurs du monde des performances améliorées.

6.1.2.7 Les services GALILEO, uniquement par satellite, seront fournis dans le monde entier et indépendamment des autres systèmes en combinant les signaux émis par les satellites GALILEO. Les applications possibles sont très nombreuses, chacune ayant des besoins opérationnels différents qui ont été groupés autour de 5 services de référence : service ouvert (OS), sauvegarde de la vie (Sol), service commercial (CS), service public réglementé (PRS) et appui aux recherches et au sauvetage (SAR).

6.1.2.8 La réunion note que la phase de conception préliminaire de GALILEO a été achevée et que l'Agence spatiale européenne (ASE) établit actuellement des contrats pour la mise en place de l'infrastructure et le lancement des premiers satellites.

6.1.2.9 L'infrastructure GALILEO sera mise en œuvre en trois phases :

- a) phase de mise au point et de validation (2002-2005);
- b) phase de déploiement (2006-2007);
- c) phase opérationnelle (à partir de 2008)

6.1.3 **Système de renforcement satellitaires (SBAS)**

WAAS

6.1.3.1 La conférence note avec satisfaction que le 10 juillet 2003, le WAAS est entré en service et qu'il peut être utilisé pendant toutes les phases de la navigation aérienne à l'intérieur du Système d'espace aérien national (NAS) des États-Unis, y compris pendant une des catégories d'approche aux instruments avec guidage latéral vertical (navigation latérale (LNAV)/navigation verticale (VNAV)). La précision démontrée du WAAS a constamment été de 1m dans le plan horizontal et de 1,5m dans le plan vertical. Le moyen opérationnel initial (IOC) du WAAS donne aussi aux usagers la possibilité d'effectuer des approches avec guidage vertical dans l'ensemble du NAS. L'IOC du WAAS fournit aussi aux utilisateurs un meilleur guidage pendant les phases de croisière et de départ. Les LNAV/VNAV constituent une procédure d'approche avec guidage vertical et minimums nominaux de 105m (350ft) pour la hauteur de décision et de 1,25 mille, pour la visibilité. Plus de 700 procédures LNAV/VNAV ont été publiées pour les opérations WAAS. La zone de service du WAAS est constituée par la partie continentale des États-Unis et des secteurs de l'Alaska.

6.1.3.2 La Federal Aviation Administration (FAA) a amélioré les performances du WAAS à l'approche en optimisant les procédures d'approche aux instruments en région terminale. Cette amélioration prend la forme d'une nouvelle procédure d'approche avec guidage vertical, appelée LPV, qui est conforme aux critères de l'Annexe 10 pour APV1. La LPV a des performances de guidage latérale à l'approche équivalentes à celles du radiophare d'alignement de piste du système d'approche aux instruments (ILS). Elles sont nettement supérieures à celles des LNAV/VNAV, si bien que les minimums d'approche sont plus bas pour la plupart des pistes avec un balisage approprié. Les procédures LPV ont des minimums nominaux de 75m (250ft) pour la hauteur de décision et de 0,5 mille pour la visibilité. La LPV mettra la sécurité accrue du guidage vertical à la disposition de l'aviation générale, ce qui améliorera directement la sécurité en vol des aéronefs de ce secteur de l'aviation et d'autres usagers du WAAS.

6.1.3.3 Il est prévu que le WAAS aura sa pleine capacité opérationnelle (FOC), avec capacité LPV, dans toute une zone de service élargie, d'ici décembre 2007. Le WAAS n'atteindra sa pleine capacité pour les approches de précision de catégorie I que lorsque la deuxième fréquence aéronautique GPS, L5 (1176.45 MHz) sera disponible. Selon les plans actuels, un nombre suffisant de satellites GPS dotés de la fréquence L5 seront placés en orbite d'ici 2013 et pourront être utilisés par l'aviation. La FAA envisage d'améliorer le WAAS pour que la fréquence L5 puisse être utilisée d'ici là.

Complément géostationnaire européen de navigation (EGNOS)

6.1.3.4 Il est signalé à la réunion que le projet EGNOS, mis en œuvre par le Groupe tripartite européen (ETG) composé de l'ASE, de la Commission Européenne et d'EUROCONTROL, représente la

première contribution européenne au GNSS. L'EGNOS fournira et garantira des signaux de navigation pour application dans les réseaux trans-européens aéronautique, maritime et mobile terrestre. L'Agence spatiale européenne est chargée, au nom du groupe tripartite, de la conception du système, de la mise au point et de la validation technique d'un EGNOS de capacité opérationnelle avancée (AOC). La validation technique doit s'achever en 2004, pour permettre l'utilisation en exploitation, en 2005, des applications de sauvegarde de la vie du signal EGNOS. Des scénarios de l'évolution de l'EGNOS après 2004 sont en cours d'évaluation.

6.1.3.5 L'EGNOS permettra d'améliorer les services par rapport au GPS, en termes de précision (de 20 à 1-2 mètres), de garantie du service (grâce au signal d'intégrité) et de disponibilité (grâce à des signaux supplémentaires de mesures de distance). Il fonctionnera sur la fréquence L1 du GPS, sa zone de couverture initiale sera la région de la Conférence européenne de l'aviation civile et elle pourra être ultérieurement élargie à d'autres régions. En améliorant le GPS et le GLONASS, l'EGNOS répondra à de nombreux besoins actuels en matière de localisation, de vitesse et de synchronisation des modes de transport terrestres, maritimes et aéronautiques de la Région Europe.

6.1.3.6 Dans le domaine de l'aviation civile, EGNOS sera conforme aux spécifications RTCA DO 229C et aux SARP SBAS de l'OACI et il fournira à la CEAC un service aéronautique depuis la phase de croisière jusqu'à APV-2 (VAL = 20 m; HAL = 40 m).

6.1.3.7 Avec la coopération de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation aérienne en Afrique et à Madagascar, un élargissement du service EGNOS a été amorcé à la Région AFI, à l'extérieur de la Région centrale de la CEAC, initialement par le déploiement d'un ESTB (RIMS) dans la Région de Dakar. La phase de suivi du plan de travail de la Région AFI comprend le déploiement d'un réseau de stations RIM dans toute la région et les préparatifs de la mise en œuvre opérationnelle.

6.1.3.8 Dans les Régions CAR/SAM, des essais de l'EGNOS sont en cours dans le cadre d'un projet de coopération technique de l'OACI. Pour effectuer ces essais fondés sur le signal ESTB, trois stations de référence ont été mises en place dans la région et reliées à l'ESTB. Les essais de type EGNOS ont fourni des renseignements utiles à l'appui des activités de définition de la stratégie GNSS pour la région menées par le GREPECAS. Les domaines de coopération avec les essais du WAAS ont été identifiés.

MSAS

6.1.3.9 Il est rappelé à la réunion que, conformément au concept du futur système de navigation aérienne (FANS), approuvé à la dixième Conférence de navigation aérienne (1991), la Direction de l'aviation civile japonaise (JCAB) a mis au point un satellite de transport multifonctions (MTSAT) et un système de renforcement satellitaire (MSAS) utilisant le MTSAT. Le MTSAT est un satellite géostationnaire ayant des fonctions météorologiques et une mission aéronautique.

6.1.3.10 La mission aéronautique comporte deux fonctions : le service mobile aéronautique par satellite (AMSS) et le système de renforcement satellitaire (SBAS) du GNSS pour fournir aux aéronefs des renseignements de renforcement du GPS transmis sur les liaisons montantes par des installations au sol. La fonction MSAS du MTSAT sera pleinement conforme aux SARP de l'OACI. Le Groupe de travail technique de l'interopérabilité (IWG) du SBAS a coordonné les détails techniques non spécifiés dans les SARP. Ainsi, le MSAS et les autres services SBAS sont pleinement interopérables.

6.1.3.11 Après l'échec du lancement du MTSAT-1 (le premier MTSAT), la JCAB a acquis un satellite de rechange, le MTSAT-1R, qui sera mis en orbite au début de 2004. Le deuxième MTSAT, MTSAT-2, sera lancé en 2005. Après la certification des deux MTSAT, le MSAS sera mis en service et deviendra opérationnel à partir de 2005 en utilisant uniquement le MTSAT-1R. Le MTSAT-1R et le MTSAT-2 seront tous deux utilisés en 2006.

6.1.3.12 Deux centres de contrôle des satellites aéronautiques contrôleront les MTSAT. Des stations centrales de contrôle du MSAS (MCS) ont été installées à ces deux centres. Pour assurer le service MSAS dans la FIR Japan, des stations de contrôle au sol (GMS) ont été installées à quatre centres de contrôle de la circulation aérienne en route. Afin d'obtenir une longue base pour la détermination précise de l'orbite des MTSAT, deux stations de contrôle et de mesure de distance (MRS) ont été installées à Hawaï (États-Unis) et à Canberra (Australie). Une MRS est aussi implantée dans chaque centre de contrôle des satellites aéronautiques.

6.1.3.13 En fonctionnement normal, les usagers pourront recevoir deux signaux SBAS à codes PRN différents. Chaque signal sera transmis en liaison montante par une MCS différente et par un satellite différent. En cas de défaillance d'un des satellites, la MCS transmettant en liaison montante par le satellite défaillant sera commutée à l'autre satellite. Ainsi, même dans ces conditions anormales, l'avionique de l'utilisateur pourra continuer de recevoir les deux signaux SBAS. La Conférence a noté que cette architecture donne l'assurance d'un service SBAS redondant et fiable.

6.1.3.14 Du fait que le signal MSAS sera émis par le MTSAT dans la majeure partie de la Région Asie/Pacifique, la zone de service MSAS pourra facilement être élargie en installant des GMS dans la zone de couverture du MTSAT et en connectant des lignes terrestres spécialisées aux MCS. À cet égard, la Conférence a noté avec satisfaction que la JCAB offre un service MSAS gratuit aux États de la Région Asie/Pacifique pour mettre en place dans cette région un système de navigation aérienne global, sans discontinuités, plus sûr et plus fiable.

GAGAN

6.1.3.15 L'Inde signale à la Conférence que l'Administration indienne des aéroports (AAI) et l'Organisation indienne de recherches spatiales (ISRO) ont entrepris conjointement un programme de mise au point et de mise en œuvre du système de navigation renforcée (GAGAN) du GPS et du GEO, pour répondre aux besoins de renforcement de la navigation des exploitants d'aéronefs et des prestataires de services de la circulation aérienne (ATS) dans l'espace aérien, y compris l'espace aérien océanique, indien, et dans de vastes secteurs de la Région Asie/Pacifique.

6.1.3.16 Le programme GAGAN sera mis en œuvre en trois phases :

- a) 1^{re} phase : **Systèmes de démonstration de la technologie (TDS)** : un système en configuration minimale démontrera que le système peut appuyer les approches de précision jusqu'à celles de catégorie 1 dans un secteur limité de l'espace aérien indien et permettra de valider le concept. La phase TDS s'achèvera d'ici 2005.
- b) 2^e phase : **Phase expérimentale initiale (IEP)** : pendant cette phase, les TDS seront développés pour couvrir l'ensemble de l'espace aérien indien et les redondances nécessaires seront ajoutées au système. L'IEP s'achèvera un an après la mise au point des TDS.

- c) 3^e phase : **Phase opérationnelle finale (FOP)** : il est prévu que pendant cette phase le programme GAGAN aura mûri. Le système fera l'objet de vastes essais opérationnels et sa conformité avec les SARP de l'OACI sera validée avant que le système soit déclaré opérationnel. Il est prévu que cette phase s'achèvera un an après l'IEP.

6.1.3.17 Actuellement, après avoir achevé un examen détaillé de la conception de la charge payante, l'ISRO se procure les éléments critiques pour la fabrication de la charge payante installée à bord du satellite GSAT-4 qui sera lancé en 2005 et placé sur créneau orbital à 82° Est.

6.1.3.18 Du fait que l'Inde est située près de l'Équateur, les activités ionosphériques auront un effet marqué sur les signaux GPS reçus dans l'espace aérien indien. Pour évaluer comme il convient les effets de l'ionosphère sur les signaux GPS et pour les minimiser, la mise au point d'un modèle ionosphérique a été entreprise, sur la base de données ionosphériques recueillies sur une longue période à un plus grand nombre d'emplacements. Ceci étant, il est planifié d'établir 20 stations de collecte de données ionosphériques disséminées dans tout le pays.

6.1.3.19 La Conférence note que le GAGAN a été conçu de manière à être conforme aux SARP de l'OACI et à être interopérable avec le WAAS, l'EGNOS et le MSAS.

6.1.4 **Système de renforcement au sol (GBAS)**

Système de renforcement à couverture locale (LAAS)

6.1.4.1 Il a été rappelé à la Conférence que le système de renforcement à couverture locale (LAAS) est le système de renforcement au sol (GBAS) mis au point par les États-Unis pour fournir une capacité d'approche de précision et des données précises de position, de vitesse et de temps (PVT) en région terminale (services de localisation du GBAS). L'objectif du LAAS est de permettre aux aéronefs dotés de l'équipement nécessaire d'effectuer des approches de précision de toutes catégories, et toutes les manœuvres d'atterrissage et à la surface.

6.1.4.2 La mise en œuvre initiale des installations sol du LAAS permettra les approches aux instruments de catégorie I et le service de localisation GBAS à certains aéroports. En 2003, la FAA a octroyé un contrat pour la conception, la mise au point et la production des installations sol du LAAS.

6.1.4.3 Après avoir validé la conception du système, la FAA envisage d'installer un nombre limité de systèmes sol dans tout l'espace aérien national des États-Unis. Le moyen opérationnel initial (IOC) est prévu pour septembre 2006. La FAA coordonne actuellement avec les exploitants aériens l'identification des procédures qui tireraient pleinement parti des possibilités du LAAS, pour améliorer l'utilisation de l'espace aérien et permettre les approches aux minimums de visibilité les plus bas.

6.1.4.4 À son état final, le LAAS fournira le service d'approche et d'atterrissage des catégories II et III, et la plupart des efforts de mise au point à long terme visent à réaliser cet objectif. Les efforts à court terme visent essentiellement à permettre les opérations de catégorie III sans le recours à une deuxième fréquence dans le récepteur de bord. Ils seront suivis par l'incorporation des bienfaits découlant de la modernisation du GPS, en particulier de la fréquence supplémentaire L5.

6.1.4.5 Il est prévu de plus que l'étude détaillée de la façon dont le LAAS améliorera l'efficacité des opérations en région terminale aboutira à de futures applications du LAAS telles que les départs guidés, les trajectoires d'approche complexes, les approches interrompues guidées ainsi que le guidage et le contrôle des mouvements de surface.

Système d'augmentation régionale basé au sol (GRAS)

6.1.4.6 Il est rappelé à la Conférence que le système d'augmentation régionale basé au sol (GRAS) a été présenté au Groupe d'experts GNSS de l'OACI en 1999 comme remplacement possible du SBAS et du GBAS et qu'il a été demandé à ce groupe d'experts de formuler des SARP pour le GRAS. Il est signalé que la validation du projet de SARP pour le GRAS est en cours, l'objectif étant de présenter le résultat de la validation au Groupe d'experts des systèmes de navigation en mai 2004.

6.1.4.7 L'Australie a construit un banc d'essai du GRAS pour faciliter la validation des SARP le concernant. Les données différentielles et d'intégrité du GRAS sont actuellement recueillies par application de la méthodologie SBAS mais elles sont transmises aux aéronefs dans le format d'un message GBAS, par un réseau de stations de diffusion en liaison montante VHF. Les essais au banc ont montré que le GPS renforcé par le GRAS permettra la navigation en route, en région terminale et à l'approche avec guidage vertical.
