

ONZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 22 septembre – 3 octobre 2003

Point 6 : Questions de navigation aérienne

ÉVALUATION DE LA FAISABILITÉ DE L'EMPLOI DU GNSS POUR LES APPROCHES ET ATTERRISSAGES DE CATÉGORIES II ET III ET LES MANŒUVRES À LA SURFACE DES AÉRODROMES

(Note présentée par le Secrétariat)

SOMMAIRE

La présente note rend compte des résultats d'une évaluation par le Groupe d'experts du système mondial de navigation par satellite (GNSSP) des travaux en cours concernant la capacité du GNSS d'appuyer les approches et atterrissages des catégories II et III et les manœuvres à la surface des aéroports. Élaborée à la demande de la Commission de navigation aérienne de l'OACI, cette note passe en revue les défis liés au développement de la capacité d'exploitation tous temps fondée sur le système de renforcement au sol (GBAS) du GNSS. Elle tente aussi de prévoir les périodes auxquelles un GNSS capable d'appuyer des opérations des catégories II et III ainsi que des manœuvres à la surface pourrait être en place. Reconnaisant les avantages potentiels du service GNSS à l'appui de ces opérations, la note confirme que l'OACI devrait faire avancer les travaux de développement dans ce domaine.

La suite à donner par la Conférence figure au paragraphe 5.

1. INTRODUCTION

1.1 Les usagers et les fournisseurs de services peuvent éviter certains coûts et tirer des avantages de l'existence d'un système unique capable de fournir des indications dans toutes les phases de vol. Pour les vols par faible visibilité en particulier, ces avantages consistent notamment en une réduction potentielle de l'infrastructure et des coûts des exploitants, l'introduction de nouvelles procédures, l'établissement de spécifications d'emplacement assouplies et la fourniture d'un guidage à la surface des aéroports.

1.2 Le système de renforcement au sol (GBAS) est le système de renforcement du GNSS actuellement normalisé en vue de la prise en charge de toutes les catégories d'approche et d'atterrissage de précision. Plusieurs États sont en train de mettre au point et d'acquérir un équipement GBAS pour les approches et les atterrissages de catégorie I, et plusieurs autres réalisent des travaux de recherche et de

développement dans le but de perfectionner ces systèmes pour leur permettre de prendre en charge les opérations des catégories II et III et les manœuvres à la surface des aérodrômes.

1.3 Les performances du GBAS dépendent de l'architecture choisie pour exécuter une opération. Par exemple, l'emploi de deux fréquences par les systèmes au sol comme par les systèmes de bord permet d'augmenter la précision et la robustesse. Le choix de l'architecture a une incidence directe sur le calendrier de réalisation et les risques techniques d'une architecture donnée.

2. APPROCHE ET ATTERRISSAGE DE PRÉCISION

2.1 Généralités

2.1.1 Les normes et pratiques recommandées (SARP) actuelles du GBAS prévoient le renforcement des constellations satellitaires de base GLONASS et GPS et la prise en charge des opérations de précision de catégorie I. Le système Galileo sera ajouté aux constellations satellitaires de base et son composant local sera normalisé plus tard, dans le cadre d'un amendement des SARP sur le GBAS. D'autres sources de mesure de distance, comme les sources de mesure de distance basées au sol, pourront être incorporées dans les futures SARP.

2.1.2 Un des objectifs du développement du GBAS est de permettre l'évolution de l'architecture de la catégorie I (architecture de base) vers la catégorie III en apportant un minimum de changements. La compatibilité amont avec l'avionique de catégorie I actuelle doit être assurée.

2.1.3 Un autre objectif fondamental de l'utilisation du GBAS pour les approches de précision est que ce système doit être de «style ILS». Cette expression peut être interprétée de nombreuses façons, mais elle signifie en général que le GBAS doit être conçu de manière à minimiser les incidences sur les aéronefs, les procédures de l'équipage de conduite, l'exploitation, le contrôle de la circulation aérienne, la certification des aéronefs, la cartographie, les NOTAM, etc. Quel que soit le degré de correspondance entre le GBAS et l'ILS, le GBAS doit satisfaire aux mêmes normes de sécurité que l'ILS.

2.2 GBAS pour les opérations de catégorie I

2.2.1 Les SARP de l'OACI sur le GBAS pour les opérations de catégorie I sont devenues applicables le 1^{er} novembre 2001, dans le cadre de l'Amendement n° 76 de l'Annexe 10. En novembre 2001, la RTCA a terminé des normes de performances opérationnelles minimales (MOPS) pour diverses configurations d'équipement de bord (RTCA/DO-253A). L'Organisation européenne pour l'équipement de l'aviation civile (EUROCAE) procède actuellement à la mise à jour des MOPS sur le récepteur multimode (MMR) dans le but d'y incorporer le GBAS (ED-88). Au début de 2003, l'EUROCAE a terminé la première édition des MOPS sur l'équipement sol (ED-114).

2.2.2 Même s'il n'existe actuellement aucune approbation opérationnelle utilisant des GBAS conformes aux SARP, un nombre considérable de travaux sur le GBAS sont en cours au sein de la communauté aéronautique. Plusieurs États ont des prototypes de systèmes GBAS de catégorie I et acquièrent de l'expérience dans l'implantation, les essais et l'utilisation du système. Au moins trois fabricants d'équipement sol travaillent actuellement à la mise au point de systèmes conformes aux SARP. Certains États ont des programmes d'acquisition actifs et au moins un État prévoit d'installer quelques systèmes GBAS pour permettre les approches et atterrissages de précision de catégorie I à l'aide du GPS, la capacité opérationnelle initiale étant prévue pour 2006.

2.2.3 Au moins trois fournisseurs d'avionique travaillent au développement de l'équipement et au moins un fournisseur a installé un prototype de MMR conforme aux SARP à bord d'un aéronef d'essai. Au moins deux avionneurs sont en train d'intégrer cet équipement dans leurs aéronefs de série. Plusieurs États effectuent des travaux sur la certification technique et au moins deux exploitants d'aéronefs ont un programme d'intégration de l'équipement dans leur flotte.

2.3 **GBAS pour les opérations des catégories II et III**

2.3.1 L'élaboration de SARP sur le GBAS pour les approches et atterrissages des catégories II et III est déjà commencée et celle des spécifications de haut niveau est en cours. Les SARP devraient en principe être terminées en 2008. Les principales questions qui sous-tendent l'évolution des systèmes de la catégorie I à la catégorie III sont décrites ci-après.

Élaboration des spécifications de performance

2.3.2 Les spécifications de performance des signaux électromagnétiques du GNSS pour les opérations de catégorie I figurent dans l'Annexe 10, Volume I, Chapitre 3, 3.7.2.4. Ces spécifications portent sur la précision, l'intégrité (y compris les délais et les seuils d'alarme), la continuité et la disponibilité. Elles seront développées pour inclure les performances des catégories II et III.

2.3.3 L'EUROCAE et la RTCA élaborent toutes deux des spécifications pour les catégories II et III. Les travaux précédents ont été axés sur l'établissement de spécifications de haut niveau pour les caractéristiques d'erreur du système de navigation à partir des normes sur l'ILS (Annexe 10) et des MOPS de l'EUROCAE/RTCA sur l'équipement embarqué.

2.3.4 Il semble cependant que cette méthode de dérivation des spécifications soit trop restrictive en raison des différences entre les caractéristiques d'erreur de l'ILS et celles du GBAS. Selon des analyses effectuées par deux avionneurs, la qualité et la précision de guidage fournies par le GBAS de catégorie I peuvent être suffisantes pour les atterrissages automatiques des aéronefs de la catégorie transport. L'EUROCAE, la RTCA et le GNSSP étudient aussi de nouvelles façons de dériver les spécifications techniques détaillées du système de navigation tout en obtenant les mêmes niveaux d'intégrité et de risque de disponibilité que ceux qui sont spécifiés pour l'ILS. Si ces autres méthodes peuvent être mises au point et validées, moins de changements seront peut-être nécessaires pour modifier les architectures de catégorie I conformes aux SARP afin de leur permettre de prendre en charge les opérations des catégories II et III.

Intégrité des signaux électromagnétiques

2.3.5 Il est très difficile de déterminer si le sous-système sol du GBAS est conforme aux spécifications d'intégrité des signaux électromagnétiques. La même méthode qui a été utilisée pour concevoir le GBAS et démontrer sa conformité aux spécifications de catégorie I est appliquée aux spécifications plus rigoureuses des catégories II et III. Comme les spécifications relatives au risque d'intégrité et au délai d'alarme sont plus rigoureuses, la configuration devra probablement être modifiée. Des travaux sont actuellement en cours pour examiner l'extension des dispositifs de contrôle conçus pour prendre en charge la catégorie I et pour déterminer les ramifications sur la conception des systèmes sol actuels.

Continuité

2.3.6 Dans le cas de l'ILS, la spécification relative à la continuité des signaux électromagnétiques pour la catégorie III est quatre fois plus rigoureuse que celle de la catégorie I. Certains experts estiment que cette différence pose des difficultés particulières lorsqu'elle est appliquée au GBAS puisque pour satisfaire à la spécification plus rigoureuse, il faut, dans ce cas, tenir compte des effets de la géométrie de la constellation satellitaire et des caractéristiques des pannes des satellites. Les interruptions de continuité causées par la géométrie des satellites ou leur défaillance peuvent être réduites au minimum par l'emploi de sources de mesure de distance supplémentaires.

2.3.7 Selon la RTCA, un des facteurs qui pourraient empêcher d'obtenir la continuité requise dans les opérations de catégorie III est la dégradation des performances que pourraient causer les trajets multiples au sol lorsque l'aéronef est très près du sol ou au sol et que sa vitesse diminue. Ce problème pourrait être important pour les systèmes basés sur les codes et il est actuellement à l'étude. On examine actuellement la possibilité d'employer des mesures basées sur la porteuse pour voir si cette méthode peut atténuer la dégradation.

2.3.8 La couverture de la diffusion de données VHF (VDB) pour les aéronefs qui évoluent sur les pistes est un autre élément important des opérations de catégorie III. Il est possible d'implanter plusieurs stations VDB autour de l'aéroport pour fournir un signal utilisable aux récepteurs de bord, mais cette solution présente des problèmes opérationnels qui ne sont pas encore réglés.

Disponibilité du service

2.3.9 Des études sont actuellement en cours pour comprendre les niveaux de disponibilité que permettent d'obtenir les différentes architectures possibles (par exemple, utilisation d'une ou de plusieurs constellations et de mesures à une ou à deux fréquences) et les différentes hypothèses relatives aux spécifications de performance. Le choix de l'architecture et des spécifications de performance vise deux objectifs rivaux : maximiser la disponibilité et minimiser la complexité et les coûts tout en maintenant, à tout le moins, le niveau actuel de sécurité.

2.3.10 Si l'on peut répondre aux besoins des catégories II et III à l'aide d'une seule fréquence, une seconde fréquence peut être utilisée pour assurer un service en double au cas où la première fréquence n'est pas disponible, par exemple en raison de brouillages. Le système Galileo multifréquence est prévu pour 2008. Une deuxième fréquence du GPS destinée aux applications liées à la sécurité de la vie humaine devrait être disponible vers 2015.

2.3.11 Il a été proposé d'utiliser les sources de mesure de distance au sol, aussi appelées pseudolites aéroportuaires (APL), comme architecture pour les catégories II et III au lieu d'augmenter le nombre de satellites pour améliorer la disponibilité d'ensemble du service. En 1998, la RTCA a élaboré une spécification préliminaire du signal, qui a été conservée dans les mises à jour subséquentes du document de contrôle des interfaces des signaux électromagnétiques (RTCA DO-246B). Depuis, certains États ont développé les APL et en sont à l'étape des prototypes et des essais en vol.

2.3.12 Même si la maturation technique des APL avance, leur implantation à l'aéroport, le contrôle d'intégrité du signal de mesure de distance du pseudolite et la compatibilité avec les récepteurs GNSS embarqués non participants demeurent encore une source de préoccupation. Certains experts ont exprimé des réserves au sujet de la poursuite du développement des APL étant donné l'expansion continue des constellations satellitaires de base et l'addition de nouvelles constellations. L'emploi de deux constellations satellitaires de base, comme le GPS et Galileo, ou plus peut par exemple éliminer la

nécessité d'installer des APL à certains endroits. Finalement, les APL ne sont nécessaires que lorsqu'il faut utiliser des systèmes GBAS à haute disponibilité et lorsque la géométrie des satellites dans les aéroports où le GBAS doit être mis en œuvre est insuffisante.

Questions relatives aux logiciels

2.3.13 Le logiciel du système GBAS est plus gros que celui des aides de navigation terrestres et, dans certains cas, exécute des fonctions plus critiques. Ce point constitue, à lui seul, une préoccupation pour certains experts. La mise au point du logiciel devient plus complexe et exige plus de temps à mesure que le niveau de criticité s'accroît. Même si la qualité de guidage d'un système conçu pour les opérations de catégorie I était suffisante pour un atterrissage de catégorie III, il faudrait que le logiciel puisse prendre en charge la plus grande criticité des opérations de catégorie III.

3. OPÉRATIONS À LA SURFACE

3.1 En 1998, la RTCA a conclu que tant l'architecture SBAS que l'architecture GBAS étaient utiles pour le guidage et la surveillance des opérations à la surface. Des travaux de développement et de démonstration sont effectués en Europe, au Japon et aux États-Unis. Ces travaux portent sur les services assurés aux aéronefs et aux véhicules aéroportuaires ainsi que sur des architectures de GNSS différentiel autres que celles qui sont normalisées dans les SARP. Les travaux en cours à la RTCA visent à déterminer comment l'équipement GBAS actuel peut prendre en charge les applications à la surface, notamment la conscience de la situation.

3.2 Les études en cours à l'OACI portent principalement sur l'utilisation du GNSS comme capteur de position pour le système perfectionné de guidage et de contrôle de la circulation de surface (A-SMGCS).

4. CONCLUSION

4.1 Certains experts GNSS prévoient que d'ici 2015, lorsque des systèmes satellitaires centraux, multifréquence et pleinement utilisés seront opérationnels, l'appui du GBAS aux opérations des catégories II et III et aux manœuvres de surface sera techniquement possible. Certains experts GNSS anticipent que ce service serait éventuellement réalisable dès 2010, selon l'architecture GBAS sélectionnée et les spécifications de performance, telles que la disponibilité.

4.2 Le résultat final de l'élaboration des prescriptions et des normes de performance déterminera dans une large mesure la complexité de la future architecture du GBAS pour les approches et atterrissages des catégories II et III et le moment où elle sera généralement disponible. Bien que l'on ne connaisse pas encore la complexité finale de la future architecture GBAS, les avantages potentiels énoncés au paragraphe 1.1 ci-dessus justifient la poursuite des travaux en vue de répondre aux questions techniques et opérationnelles qui se posent.

4.3 Des évaluations sont actuellement faites pour déterminer les applications sol qui peuvent être assurées par le GBAS.

5. SUITE À DONNER PAR LA CONFÉRENCE

5.1 La Conférence est invitée à tenir compte des conclusions de la présente note lors de l'élaboration de propositions d'amendement de la stratégie OACI en vue de l'introduction et de l'utilisation d'aides non visuelles pour les approches et les atterrissages (Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques*, Volume I — *Aides radio à la navigation*, Supplément B) et du *Plan mondial de navigation aérienne pour les systèmes CNS/ATM* (Doc 9750).

— FIN —