



NOTE DE TRAVAIL

TREIZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal (Canada), 9 – 19 octobre 2018

COMITÉ A

Point 2 : Dotation du système mondial de navigation aérienne

2.2 : CNS intégré et stratégie en matière de spectre

**ÉTAT ACTUEL ET ÉVOLUTION DE LA CONSTELLATION GLONASS
À L'APPUI D'UN GNSS MULTISYSTÈME**

(Note présentée par la Fédération de Russie)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

La présente note rend compte de l'état actuel de la constellation GLONASS de la Russie et décrit plusieurs aspects de son utilisation et de son développement futurs comme composante du système mondial de navigation par satellite (GNSS), dans le cadre de l'évolution vers des services multifréquences, multiconstellations (MFMC) destinés à garantir la sécurité et l'efficacité des vols de l'aviation civile internationale.

On espère qu'à long terme des normes d'avionique seront disponibles pour permettre l'utilisation des tous les éléments et signaux du GNSS.

Suite à donner : La Conférence est invitée :

- a) à prendre note de la teneur du présent document ;
- b) à appuyer la Recommandation 2.2/x figurant dans la note de travail AN-Conf/13-WP/15 – *Évolution du système mondial de navigation par satellite (GNSS)* ;
- c) à demander à l'OACI de continuer d'étudier les problèmes des réglementations internationales entourant l'utilisation des éléments du GNSS et également d'ajouter à son programme des travaux l'élaboration de normes et pratiques recommandées (SARP) sur de nouveaux éléments et de nouvelles constellations, dans l'intérêt du renforcement de la sécurité et de l'efficacité de la navigation aérienne internationale.

1. INTRODUCTION

1.1 Lors de son examen de l'évolution du système mondial de navigation par satellite (GNSS) et, en particulier, du système mondial de localisation (GPS) et du système mondial de navigation par satellite (GLONASS), la douzième Conférence de navigation aérienne (Montréal, 19 – 30 novembre 2012) a

¹ La version russe est fournie par la Fédération de Russie.

noté que le GPS et le GLONASS sont mis à la disposition de la communauté internationale sans frais direct d'utilisation, a reconnu que le GNSS est un service mondial dont peuvent être dérivées de nombreuses applications utiles et que les services de base du GNSS devraient être mis à disposition sans frais direct d'utilisation. L'utilisation de signaux provenant de constellations multiples (MC) émettant dans des bandes multifréquences (MF) offre actuellement la possibilité de plus grandes améliorations encore dans les performances techniques de navigation et l'obtention d'importants avantages opérationnels.

1.2 La présente note examine l'utilisation intégrée de plusieurs (ou de toutes les) grandes constellations qui émettent des signaux dans de multiples spectres protégés de fréquences aéronautiques [multifréquences, multiconstellations (MFMC)]. Toutefois, cela n'exclut pas l'adoption de solutions basée sur l'utilisation, initialement, de plusieurs constellations dans deux bandes de fréquence [multiconstellations à double fréquence (DFMC)] et même d'une constellation émettant dans deux bandes de fréquence [constellation unique à double fréquence (DFSC)] ou encore d'un signal à fréquence unique provenant de plusieurs grandes constellations [multiconstellations à fréquence unique (SFMC)].

2. ÉTAT ACTUEL DE LA CONSTELLATION GLONASS

2.1 La population de la constellation du système

2.1.1 Ces dernières années, la constellation GLONASS a été maintenue à une population nominale de 24 satellites et a été grandement améliorée. Au 24 juin 2018, le système GLONASS était composé de 24 satellites utilisés aux fins prévues. Vingt-trois de ces satellites sont des véhicules spatiaux de deuxième génération (GLONASS-M) et un est de la troisième génération (GLONASS-K).

2.1.2 D'autres véhicules GLONASS seront lancés selon les besoins pour remplacer des satellites qui ont eu des dysfonctionnements ou ont atteint la fin de leur durée de vie utile. La réserve pour des lancements futurs se compose de cinq GLONASS-M mis à niveau, qui ont été fabriqués et sont maintenant entreposés (en plus d'émettre des signaux avec répartition de fréquences dans la bande L-1, le satellite GLONASS-M mis à niveau émet également des signaux en code L-3). Le lancement de satellites GLONASS-M mis à niveau facilitera le passage plus rapide aux signaux avec accès multiple par répartition en code (AMRC) dans la bande L-3. À la suite du lancement de ces cinq satellites, toutes autres additions au groupe seront des GLONASS-K. À partir d'un certain numéro de série, ils émettront des signaux AMRC dans la bande L-1, en plus d'émettre des signaux AMRC dans la bande L-3. Actuellement, deux GLONASS-M mis à niveau émettant des signaux AMRC dans la bande L-3 sont déjà en orbite (le premier GLONASS-M mis à niveau et émettant des signaux AMRC sur la bande L-3 du GLONASS a été lancé et mis en service au milieu de 2014, et un deuxième, lancé le 17 juin 2018, est en cours d'intégration dans le système). Il y a un GLONASS-K qui émet également des signaux AMRC dans la bande L-3. La rétrocompatibilité des nouveaux satellites est assurée en dépit de l'introduction des AMRC, en préservant les signaux AMRF dans les bandes L-1 et L-2 en plus d'émettre des signaux AMRC dans les bandes L-1 et L-3.

2.2 La performance actuelle du GLONASS

2.2.1 Les paramètres actuels de performance opérationnelle du GLONASS sont régulièrement évalués et les résultats sont communiqués à l'OACI pour confirmer le respect des normes et pratiques recommandées (SARP) de l'OACI. Actuellement, l'écart type de distance de la constellation est de 1,4 m. La probabilité d'une défaillance majeure du service, pour laquelle des dispositions doivent être incluses dans les SARP, est de 6×10^{-5} sur la base des données disponibles à la fin de 2017.

2.3 **Expérience positive des exploitants d'aéronefs civils russes qui utilisent les récepteurs doubles GLONASS/GPS**

2.3.1 Le GLONASS est un système de navigation autonome qui satisfait totalement aux SARP de l'OACI. Néanmoins, l'aviation civile russe utilise fréquemment le GLONASS en parallèle avec le GPS au moyen de récepteurs doubles GLONASS/GPS mis au point par l'industrie russe en conformité avec les exigences nationales. Actuellement, plus de 600 aéronefs russes sont dotés d'équipement GLONASS/GPS. L'expérience de l'utilisation de ces récepteurs de navigation indique une amélioration des performances aux chapitres de la disponibilité, de la continuité du service et de l'intégrité, notamment en présence de brouillage qui empêche la réception stable des signaux de navigation du GLONASS, du GPS ou des deux.

2.3.2 Cette amélioration des performances crée de plus en plus de possibilités de permettre une navigation verticale (VNAV) à la fois pour les vols en route et à l'intérieur de la zone de l'aérodrome, y compris des procédures d'approche à l'atterrissage avec guidage vertical (LNAV/VNAV) sans renforcement basé au sol ou sur satellite. L'emploi simultané de deux constellations réduit également l'incidence des défaillances techniques individuelles sur leurs performances globales. Ainsi, par exemple, lors des défaillances du GLONASS et du GPS survenues respectivement en avril 2014 et en février 2016, les récepteurs de bord doubles GLONASS/GPS ont continué de fonctionner, et il n'y a pas eu d'interruption du positionnement des aéronefs.

2.3.3 En 2017, la RTCA a achevé l'élaboration et la publication de la norme de l'industrie (MOPS) DO-368 – *Minimum Operational Performance Standards for GPS/GLONASS (FDMA + antenna) L1-only Airborne Equipment [Normes de performances opérationnelles minimales pour l'équipement embarqué L-1 uniquement du GPS/GLONASS (AMRF + antenne)]*. Ce document ouvre la possibilité d'utiliser la solution de navigation par double système sur les aéronefs provenant de constructeurs étrangers également, et de profiter ainsi des avantages qu'offre cette solution, sans avoir à attendre l'achèvement de la procédure de normalisation et mise en œuvre pour les solutions multiconstellations à double fréquence. En outre, le matériel GPS/GLONASS qui a été utilisé avec succès sur les aéronefs russes pourrait être utilisé, ce qui réduirait ainsi le temps et l'argent consacrés à l'équipement.

3. **ÉVOLUTION DU SYSTÈME GLONASS COMME COMPOSANTE D'UN GNSS MULTIFRÉQUENCES, MULTICONSTELLATIONS (MFMC)**

3.1 Le concept d'un GNSS MFMC prévoit l'utilisation des signaux en répartition de code (AMRC) comme base d'une interopérabilité efficace et de la compatibilité entre les constellations qui composent le GNSS. Le plan prévoit que tous les satellites de la constellation GLONASS émettront un signal AMRC dans la bande L-3 d'ici 2021, parallèlement au signal AMRD dans les bandes L-1 et L-2. Par la suite, les signaux AMRC seront également émis dans la bande L-1, en principe d'ici 2028.

3.2 Les documents de contrôle des interfaces (ICD) pour les signaux du GLONASS avec répartition en codes ont été approuvés en 2016 et ont été également disponibles en anglais dès octobre 2017. Les ICD ont alors été utilisés comme base de la préparation et de la validation des changements apportés aux SARP pour tenir compte des signaux AMRC du GLONASS. Selon la feuille de route de l'élaboration de SARP jusqu'en 2020, les SARP devront être achevées pour tous les nouveaux éléments des grandes constellations, notamment les signaux AMRC du GLONASS et du GPS sur la bande L-5, ainsi que pour les systèmes Galileo et BeiDou.

3.3 Jusqu'ici, des efforts ont déjà été faits pour réaliser l'objectif à long terme de l'incorporation de tous les éléments du GNSS dans un récepteur. Plusieurs prototypes et antennes de

navigation provenant d'utilisateurs et destinés à un usage aéronautique ont confirmé qu'il n'y a aucune augmentation notable de la complexité ou du coût de la mise au point d'équipement capable de recevoir tous les signaux futurs du GNSS.

3.4 Il est espéré qu'à long terme les normes d'avionique permettront l'utilisation de tous les éléments et signaux du GNSS MFMC. À mesure que le GNSS évolue, les SARP de l'OACI et les normes industrielles devront également être actualisées pour qu'elles s'appliquent à tous les éléments du GNSS.

4. MÉTHODES POUR L'INTRODUCTION DE TOUS LES ÉLÉMENTS DU GNSS À LONG TERME

4.1 Dans un avenir proche, les États-Unis (GPS), la Fédération de Russie (GLONASS), l'Europe (Galileo) et la Chine (BeiDou) mettront en service des constellations GNSS qui émettront un signal à double fréquence. Les systèmes de renforcement satellitaires et au sol (SBAS/GBAS) DFMC sont maintenant en cours de déploiement. Il est donc essentiel que l'OACI continue d'œuvrer activement, en étroite coordination avec les organisations pertinentes, pour élaborer des normes conformément aux principes et méthodes énoncés dans le Concept d'exploitation (CONOPS) du GNSS DFMC, récemment publié.

4.2 Afin d'appliquer les résultats des travaux de l'OACI dans la pratique et d'utiliser efficacement la capacité opérationnelle des domaines de radionavigation qui sont créés, il est essentiel que l'industrie continue de normaliser et de certifier l'équipement aéronautique approprié capable de traiter les signaux AMRC provenant de toutes les constellations et qu'elle choisisse les combinaisons les plus efficaces de constellations en termes de performance et de sécurité. La limitation du nombre de constellations retenues en vue de leur normalisation par l'industrie pourrait conduire à ce que soit déraisonnablement imposée l'utilisation d'éléments spécifiques du GNSS, ainsi qu'à une augmentation du coût de reconversion des aéronefs dans le cadre l'introduction progressive de récepteurs multisystèmes avec diverses combinaisons de systèmes.

4.3 Il est essentiel que l'OACI redouble d'efforts pour sensibiliser davantage tous les États à l'objectif à long terme énoncé dans le CONOPS, en particulier les dispositions qui portent sur les limitations de l'utilisation d'éléments du GNSS et pourraient avoir des incidences négatives sur la sécurité des vols, puisqu'elles pourraient aboutir à l'impossibilité de bénéficier des avantages de sécurité des vols qu'apporte l'utilisation de ces éléments. À cet égard, il serait très opportun que l'OACI élabore d'autres éléments indicatifs pour aider les États dans l'approbation et l'utilisation des éléments existants et futurs du GNSS.

5. CONCLUSION

5.1 Compte tenu d'une part du fait que les systèmes GPS et GLONASS fonctionnent dans leurs configurations nominales et se développent avec l'introduction de nouveaux signaux, et d'autre part de la mise en service prochaine des systèmes Galileo et BeiDou, il est opportun que la mise en œuvre par les États du GNSS multisystème soit appuyée par une réglementation internationale, sans interdiction de l'utilisation d'un élément ou d'une constellation GNSS donné, tâche qui exige l'élaboration de dispositions appropriées de l'OACI. En outre, l'absence de telles interdictions devrait également être garantie au niveau de l'industrie, en évitant l'exclusion, dans les plans de normalisation de l'industrie, de certains des éléments GNSS.

5.2 En termes généraux, la Conférence de navigation aérienne est invitée à appuyer la Recommandation 2.2/x, présentée dans la note de travail AN-Conf/13-WP/15 – *Évolution du système mondial de navigation par satellite (GNSS)*.

5.3 Il convient d'élaborer des normes de l'industrie et de mettre au point l'équipement aéronautique approprié capable de traiter les signaux AMRC de toutes les constellations et de décider de choisir les combinaisons les plus efficaces de constellations sur la base des performances et de la sécurité.

— FIN —