



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

ÉVOLUTION DU SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS)

(Note présentée par le Secrétariat)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

La présente note décrit l'évolution du système mondial de navigation par satellite (GNSS) vers l'introduction de services multiconstellation à double fréquence (DFMC). Elle décrit le processus de normalisation actuellement en cours, les avantages prévus, l'objectif à long terme d'acceptation mondiale sans discontinuité du GNSS DFMC et les défis à relever pour atteindre cet objectif, et propose des moyens par lesquels l'OACI et les États pourront relever ces défis.

Suite à donner : La Conférence est invitée à approuver la Recommandation 2.2/x — Évolution du système mondial de navigation par satellite (GNSS), figurant au paragraphe 3.2.

<i>Objectifs stratégiques :</i>	La présente note de travail se rapporte aux Objectifs stratégiques Sécurité et Capacité et efficacité de la navigation aérienne.
<i>Incidences financières :</i>	<i>Incidence pour la communauté aéronautique :</i> Les performances et la solidité accrues procurées par le GNSS DFMC apporteront des avantages opérationnels et permettront d'optimiser l'infrastructure de navigation. Les incidences financières seraient principalement associées au besoin de nouveau matériel d'avionique et au coût pour les États de mettre en œuvre des éléments du GNSS DFMC et de réviser leurs publications aéronautiques. <i>Incidence pour l'OACI (par rapport aux ressources actuellement prévues au budget du Programme ordinaire) :</i> Étant donné que l'élaboration et la mise en œuvre graduelle des normes et pratiques recommandées de l'OACI se poursuivront pendant les prochains triennats, des ressources supplémentaires seront nécessaires pour appuyer les travaux de l'OACI dans le domaine de l'évolution du GNSS.
<i>Références :</i>	Annexe 10 — <i>Télécommunications aéronautiques</i> , Volume I — <i>Aides radio à la navigation</i> Doc 9750, <i>Plan mondial de navigation aérienne</i>

1. INTRODUCTION

1.1 Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) normalisé par l'OACI est un outil essentiel pour mettre en œuvre le concept de navigation fondée sur les performances (PBN) et soutient le renforcement de la sécurité et de l'efficacité des vols à l'échelle mondiale.

1.2 L'émergence actuelle du GNSS multiconstellation à double fréquence (DFMC)¹ offre la possibilité d'accroître les performances et les avantages opérationnels du GNSS pour la navigation. La présente note décrit l'évolution vers l'introduction graduelle du GNSS DFMC en tant qu'élément clef de la feuille de route Navigation définie dans le Plan mondial de navigation aérienne de l'OACI².

2. ANALYSE

2.1 *Utilisation actuelle du GNSS.* À l'heure actuelle, l'aviation civile utilise principalement le GNSS à fréquence unique basé sur une seule constellation de satellites GNSS, à savoir la fréquence L1 de la constellation du système mondial de localisation (GPS) des États-Unis, qui constitue le fondement de la mise en œuvre mondiale de la PBN et de la surveillance dépendante automatique (ADS). En Fédération de Russie, des applications analogues reposant sur une fréquence unique fournie par la constellation du système mondial de navigation par satellite (GLONASS) assure le fonctionnement du système. Outre la PBN et l'ADS, le GNSS est utilisé dans un grand nombre d'autres applications embarquées nécessitant des renseignements sur la position ou le temps. Au nombre de ces applications on compte des systèmes embarqués (comme le dispositif avertisseur de proximité du sol) qui ont apporté d'importantes améliorations de sécurité. Depuis l'introduction du GNSS en aviation, la dépendance à l'égard de l'information de position et de temps fournie par le GNSS s'est accrue et cette tendance devrait se maintenir au fur et à mesure de l'introduction de nouvelles applications et de la rationalisation de l'infrastructure traditionnelle de navigation.

2.2 *Évolution vers le GNSS DFMC.* L'évolution des différents éléments du GNSS³ vers le DFMC se produira graduellement. Les constellations GNSS fournissant des signaux sur une double fréquence seront mises en service au cours des années 2020 par les États-Unis (GPS), la Fédération de Russie (GLONASS), l'Europe (Galileo) et la Chine (BeiDou). Plusieurs États et régions prévoient également déployer des systèmes de renforcement satellitaires DFMC (SBAS). Des systèmes de renforcement sol (GBAS) permettent déjà l'utilisation du GNSS sur une fréquence unique au moyen d'une double constellation et ces systèmes devraient intégrer à terme le DFMC. Même après l'introduction du DFMC, les services et l'équipement GNSS actuels demeureront une solution pour beaucoup d'aéronefs et seront appuyés par l'infrastructure DFMC pour assurer la rétrocompatibilité.

¹ Le terme GNSS DFMC désigne le GNSS s'appuyant sur de multiples constellations (jusqu'à quatre) fonctionnant sur une double fréquence, associé à des systèmes de renforcement embarqués, au sol et satellitaires (ABAS, GBAS et SBAS respectivement).

² Les considérations présentées ici sont fondées sur le document [Concept of Operations \(CONOPS\) for DFMC GNSS](#) [concept d'exploitation (CONOPS) du GNSS DFMC], élaboré par le Groupe d'experts sur les systèmes de navigation (NSP), compte tenu de contributions d'autres groupes d'experts de l'OACI, des bureaux régionaux et d'entités extérieures, notamment d'organisations reconnues de normalisation. Le CONOPS est un document informel visant à bâtir un consensus sur la manière dont la nouvelle technologie GNSS sera introduite dans l'ATM de façon sûre et rentable, en vue d'en tirer les avantages opérationnels tout en répondant aux défis techniques et institutionnels identifiés.

³ Les éléments du GNSS sont définis au paragraphe 3.7.2.2, chapitre 3, de l'Annexe 10, Volume I. Ils comprennent les constellations de base, les systèmes de renforcement et les récepteurs embarqués.

2.3 *Normalisation.* Le groupe NSP de l'OACI élabore actuellement des projets de SARP pour les constellations de base et les systèmes de renforcement du GNSS DFMC. En parallèle, les activités de normalisation du matériel d'avionique GNSS DFMC de l'industrie ont commencé. Les normes relatives à l'avionique GNSS DFMC seront conformes aux exigences des SARP. L'étape suivante prévue sera la mise en œuvre et la certification initiales à bord d'aéronefs commerciaux selon un calendrier qui dépendra des coûts et des avantages des moyens initiaux. Selon l'OACI et l'industrie, la mise en service initiale du GNSS DFMC devrait intervenir pendant la période 2025-2028. On disposera à long terme de normes d'avionique permettant l'utilisation de tous les éléments et signaux du GNSS DFMC.

2.4 *Avantages.* Le GNSS DFMC apportera des améliorations du point de vue de la solidité et des performances de navigation. L'utilisation de doubles fréquences permettra d'atténuer la vulnérabilité à l'égard des perturbations ionosphériques et du brouillage de fréquences radio associée à une fréquence unique. La disponibilité de constellations multiples contribuera à atténuer la scintillation ionosphérique et le risque de disposer d'un nombre insuffisant de satellites au sein d'une seule constellation. Ces améliorations techniques apporteront des avantages opérationnels de sécurité et d'efficacité, comme l'amélioration de la fiabilité opérationnelle des applications de communications, de navigation et de surveillance (CNS), le déploiement élargi d'opérations d'approche aux instruments 3D à l'échelle mondiale conformément aux objectifs mondiaux de l'OACI pour la PBN, l'introduction de concepts et d'applications opérationnels novateurs et la poursuite de la rationalisation des aides de navigation traditionnelles. Ces avantages opérationnels varieront selon les parties prenantes. La réalisation effective des avantages dépendra des capacités de performance du service GNSS, du pourcentage d'aéronefs dotés d'avionique DFMC, du nombre d'éléments GNSS en usage et de la capacité du DFMC de soutenir les procédures opérationnelles existantes et de s'intégrer au système de gestion du trafic aérien (ATM) d'une manière aussi transparente que possible pour l'équipage de conduite et pour l'ATC.

2.5 *Objectif à long terme.* Le GNSS est un système mondial sans discontinuité qui diffuse des signaux pouvant être reçus indépendamment des limites de l'espace aérien. Pour réaliser pleinement les avantages associés au caractère ininterrompu du GNSS, il est souhaitable à long terme que tous les États puissent accepter, pour l'utilisation en navigation latérale⁴ dans leur espace aérien, tous les éléments du GNSS normalisés par l'OACI. Les aéronefs pourraient alors choisir indépendamment les combinaisons appropriées d'éléments GNSS, à condition seulement qu'ils respectent les SARP et les spécifications de navigation PBN applicables, plutôt qu'en fonction des limites de l'espace aérien. On renforcerait ainsi la disponibilité et la continuité de l'exploitation tout en limitant la complexité de l'avionique, ce qui répondrait au mieux aux besoins des exploitants d'aéronefs.

2.6 *Défis à moyen terme.* Dans la pratique, le processus d'acceptation des éléments GNSS par les États peut être complexe et se heurter à des obstacles pouvant entraver la réalisation de l'objectif à long terme. En général, avant que des éléments puissent être acceptés en vue d'être utilisés dans un État, plusieurs étapes doivent parfois être envisagées : l'approbation de l'élément GNSS en vue de son utilisation aéronautique par l'entité chargée de sa gestion, l'approbation de navigabilité (certification de l'avionique), l'approbation opérationnelle délivrée à l'exploitant et l'acceptation de l'utilisation de l'élément à des fins opérationnelles spécifiques dans un espace aérien donné. Si les processus actuels liés aux trois premières étapes fournissent une base qui peut être directement appliquée au DFMC, l'expérience enseigne que des préoccupations institutionnelles et/ou des exigences réglementaires peuvent

⁴ Le GNSS est utilisé pour la navigation latérale dans les applications PBN pour la navigation océanique, de route et de région terminale et pour les approches RPN AR, LMAV et BaroVNAV. Les éléments du GNSS servant aux approches avec guidage vertical basées sur le GNSS et définies par un bloc de données de segment d'approche finale continueront d'être spécifiés par les États au moyen de l'information contenue dans le bloc de données.

retarder l'acceptation de l'utilisation d'éléments GNSS dans un espace aérien et/ou entraîner l'application de restrictions à leur utilisation.

2.7 *Mesures pouvant être prises par l'OACI.* Pour faciliter l'avancement vers l'objectif à long terme compte tenu des défis évoqués plus haut, il est nécessaire que l'OACI élabore des éléments indicatifs pour aider les États à réduire au minimum les obstacles réglementaires et institutionnels pouvant entraver l'acceptation et l'utilisation d'éléments actuels et futurs du GNSS. Ces éléments auraient pour objectif principal de soutenir le processus de prise de décision des États concernant l'utilisation d'éléments du GNSS sur lesquels ils n'ont aucune prise directe. De plus, à titre complémentaire, l'OACI doit élaborer des dispositions à l'intention des États et des organisations qui fournissent des éléments du GNSS (par exemple les fournisseurs des constellations de base). Ces dispositions porteraient sur la publication de normes de performance du service, les évaluations régulières de la performance et la notification des événements pouvant avoir une incidence sur le service. Elles faciliteraient en outre l'acceptation d'éléments du GNSS par d'autres États en mettant à leur disposition de l'information pour étayer leurs décisions. Ces mesures de l'OACI devront être coordonnées avec les organisations reconnues de normalisation et d'autres parties prenantes de l'aviation pour s'assurer que toutes les dimensions des défis sont pleinement prises en compte.

2.8 *Mesures pouvant être prises par les États.* Les États doivent être conscients de l'objectif à long terme mentionné en 2.5 et tenter de l'atteindre dans la mesure du possible. En particulier, les États doivent noter que les restrictions à l'utilisation d'éléments du GNSS peuvent dans certains cas avoir une incidence négative sur la sécurité en empêchant de tirer les avantages de sécurité qui y sont associés. Ainsi, les États devraient éviter d'interdire l'utilisation d'éléments du GNSS qui sont en conformité avec les SARP applicables. Les États doivent également noter que l'introduction dans différents États ou régions de mandats d'acquisition ou d'utilisation d'éléments spécifiques du GNSS pourrait avoir des conséquences importantes pour les usagers en raison des exigences additionnelles qui en découleraient du point de vue des contrôles et procédures de poste de pilotage, de la formation des équipages et de la maintenance, et pourrait aussi soulever des préoccupations concernant le facteur humain. Les États doivent donc examiner et évaluer soigneusement si l'acquisition ou l'utilisation d'éléments du GNSS est nécessaire ou appropriée. De façon plus générale, les États doivent reconnaître que le manque d'uniformité mondiale dans l'acceptation du GNSS accroîtra la complexité de l'équipement et les coûts qui y sont associés et retardera la réalisation des avantages potentiels. Les États doivent aussi veiller à la mise en œuvre intégrale des dispositions de l'OACI sur la publication de l'information relative à l'utilisation d'éléments du GNSS dans les publications d'information aéronautique (AIP).

3. CONCLUSION

3.1 Le GNSS DFMC peut améliorer les performances et la solidité de toutes les applications CNS actuellement fondées sur le GNSS à fréquence et à constellation uniques. Les avantages opérationnels se feront sentir progressivement à mesure que les aéronefs seront dotés d'avionique DFMC et pourront utiliser des éléments multiples du GNSS à l'échelle mondiale. Il est souhaitable à long terme que tous les États acceptent pour la navigation latérale tous les éléments du GNSS normalisés par l'OACI. À moyen terme, le défi auquel doivent faire face l'OACI, les États et les parties prenantes de l'aviation est de répondre aux besoins des États en matière d'utilisation d'éléments spécifiques du GNSS tout en limitant la complexité du matériel DFMC et en garantissant la rétrocompatibilité de l'équipement existant.

3.2 Sur cette base, la Conférence est invitée à approuver la recommandation suivante :

Recommandation 2.2/x — Évolution du système mondial de navigation par satellite (GNSS)

Il est recommandé que la Conférence :

- a) demande à l'OACI de poursuivre l'élaboration de normes et de pratiques recommandées (SARP) et d'éléments indicatifs relatifs aux éléments actuels et futurs du système mondial de navigation par satellite (GNSS) en coordination avec les organisations reconnues de normalisation ;
- b) demande à l'OACI de poursuivre l'élaboration de dispositions à l'intention des États et des organisations qui fournissent des services GNSS, en ce qui concerne la publication de normes de performance du service, d'évaluation régulière de la performance et de notification des événements qui peuvent avoir une incidence sur le service ;
- c) demande à l'OACI d'élaborer des éléments indicatifs supplémentaires pour aider les États à accepter et à utiliser les éléments existants et futurs du GNSS ;
- d) prie instamment les États, lorsqu'ils définissent leurs plans stratégiques de navigation aérienne, de profiter de la solidité et des performances améliorées offertes par le GNSS multiconstellation à double fréquence (DFMC) et d'encourager les progrès de l'industrie à cet égard ;
- e) prie instamment les États d'éviter d'interdire l'utilisation d'éléments du GNSS qui sont conformes aux SARP applicables de l'OACI et d'examiner et d'évaluer soigneusement si l'acquisition ou l'utilisation d'éléments du GNSS est nécessaire ou appropriée ;
- f) prie instamment les États de veiller à la mise en œuvre intégrale des dispositions de l'OACI sur la publication de l'information relative à l'utilisation d'éléments du GNSS dans les publications d'information aéronautique (AIP).