

ONZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 22 septembre – 3 octobre 2003

**(PROJET DE) RAPPORT DU COMITÉ B
SUR LE POINT 6.4 DE L'ORDRE DU JOUR**

Le projet ci-joint, qui constitue une partie du rapport sur le point 6 de l'ordre du jour (alinéa 6.4), est soumis à l'approbation du Comité B en vue de sa présentation à la Plénière.

Point 6 : Questions de navigation aérienne**6.4 DIRECTIVES POUR LE DÉVELOPPEMENT FUTUR DES SERVICES DE NAVIGATION AÉRIENNE****6.4.1 Concept d'utilisation de combinaisons de systèmes de navigation par satellite indépendants et de leurs renforcements**

6.4.1.1 La réunion est saisie des résultats d'une étude effectuée par le Groupe d'experts du système mondial de navigation par satellite (GNSSP) à la demande de la Commission de navigation aérienne de l'OACI. Cette étude indique que l'augmentation du nombre de signaux et de constellations GNSS présentera d'importants avantages pour l'aviation civile en améliorant la robustesse et les performances, en simplifiant l'architecture des éléments terrestres du GNSS et en atténuant les préoccupations institutionnelles. Elle prévient aussi que l'introduction de ces nouveaux éléments soulèvera certaines questions techniques, économiques et institutionnelles.

6.4.1.2 La réunion rappelle que, selon les renseignements présentés au sujet de l'avancement du GNSS (section 6.1 du rapport), le GPS sera amélioré grâce à des signaux supplémentaires et à des satellites modernisés. Il est également indiqué que des satellites modernisés présentant des caractéristiques améliorées seront ajoutés à la constellation du GLONASS. En outre, une nouvelle constellation appelée Galileo, qui est actuellement mise au point par l'Europe, comportera trois signaux et une fonction d'intégrité mondiale. Il est entendu que, pour chaque nouveau signal ou chaque nouvelle constellation, les autorités de l'aviation civile auront probablement besoin d'une ou deux années supplémentaires pour la validation et la certification avant que les nouveaux éléments du GNSS puissent servir aux applications liées à la sécurité de la vie humaine. Par conséquent, l'emploi opérationnel des nouveaux signaux et des services fondés sur une combinaison de constellations pourrait commencer à l'horizon 2010-2015 au plus tôt.

6.4.1.3 La réunion est consciente que la mise en œuvre d'une multiplicité de combinaisons possibles d'éléments se traduirait par la complexité de l'ensemble du système et aurait des incidences économiques négatives en particulier pour les utilisateurs, et elle conclut que cela peut être évité par une évaluation complète et la sélection des combinaisons les plus prometteuses pour la mise en œuvre générale. En conséquence, la réunion formule la recommandation suivante :

Recommandation 6/12 — Élaboration d'éléments indicatifs sur les applications des nouveaux éléments du GNSS et de leurs combinaisons

Il est recommandé que, dans le cadre de l'élaboration des normes sur les nouveaux éléments et signaux du GNSS, l'OACI prenne en compte les questions relatives à l'emploi de signaux multiples et de leurs combinaisons et élabore des éléments d'orientation sur les combinaisons d'éléments GNSS les plus prometteuses.

6.4.1.4 La réunion est informée que l'avionique GNSS actuelle sélectionne automatiquement les satellites et les renforcements à utiliser. Elle note à cet égard que les réglementations nationales pourraient exiger ou interdire l'emploi de certains éléments futurs du GNSS ou de leurs combinaisons dans certaines parties de l'espace aérien. La réunion convient que cette situation pourrait entraîner pour les usagers des coûts considérables liés aux commandes et procédures de bord supplémentaires, à la formation des

équipages et à la maintenance, ou devenir un problème de sécurité à cause de considérations relatives aux facteurs humains. Elle convient aussi qu'en raison de ces répercussions possibles, il faut que l'OACI encourage les États à éviter, dans leurs plans de mise en œuvre de services GNSS, de restreindre l'utilisation de certains éléments du GNSS pour des raisons institutionnelles. En conséquence, la réunion formule la recommandation suivante :

Recommandation 6/13 — Entraves éventuelles à l'utilisation de signaux GNSS multiples

Il est recommandé que, lorsqu'ils planifient la mise en œuvre des services GNSS, les États tirent pleinement parti des avantages qu'il y a à utiliser des constellations satellitaires de base indépendantes, d'autres éléments du GNSS et de leurs combinaisons, et évitent de restreindre l'utilisation de certains éléments du système.

6.4.1.5 Ayant examiné les résultats de l'étude qui lui était présentée, la réunion conclut que le document constitue un aperçu utile des avantages de l'introduction de nouveaux éléments du GNSS ainsi que des problèmes qu'elle pose. Elle convient en conséquence d'en faire l'Appendice D au rapport sur ce point de l'ordre du jour.

6.4.2 Services GNSS dans la bande 960 – 1 215 MHz

6.4.2.1 La réunion se souvient que lors des débats sur l'atténuation des vulnérabilités du GNSS et sur les avantages offerts par son développement futur, il a été fait état à plusieurs reprises de l'introduction et de l'utilisation de «deuxièmes fréquences civiles» additionnelles. À cet égard, elle note que les États-Unis ont décidé de mettre en œuvre une deuxième fréquence GPS civile, la fréquence L5, dans la bande 1 164,45 – 1 188,45 MHz. Parallèlement à cette décision, les signaux de Galileo utiliseront aussi des fréquences dans la bande 1 164 – 1 215 MHz. La Fédération de Russie a elle aussi fait part de son intention d'ajouter un signal ou des signaux supplémentaires dans cette bande dans le cadre du programme de modernisation du GLONASS. Ces signaux seront introduits conformément à l'attribution par l'UIT de la bande 960 – 1 215 MHz au service de radionavigation par satellite (SRNS) aux conditions prévues dans le renvoi 5.328A (MOD-03) et dans la Résolution 609 (CMR-03) du Règlement des radiocommunications de l'UIT.

6.4.2.2 Il est rappelé à la réunion que la bande 960 – 1 215 MHz, qui continue à être attribuée au service de radionavigation aéronautique (ARNS), est lourdement utilisée par le dispositif de mesure de distance (DME) normalisé par l'OACI.

6.4.2.3 La réunion est avisée du risque du brouillage des récepteurs du GNSS dans la bande 1 164,45 – 1 188,45 MHz et, dans une moindre mesure (en raison de l'emploi des fréquences pour des attributions nationales spéciales) dans la bande 1 197,14 – 1 215 MHz. Le niveau du brouillage, et donc son incidence, dépend du nombre d'impulsions DME émises par les transpondeurs sol du DME dans ces parties de la bande qui peuvent brouiller l'antenne GNSS de l'aéronef (les interrogateurs embarqués ne fonctionnent pas à ces fréquences).

6.4.2.4 La réunion convient que, dans les cas où l'on constate que les stations DME risquent de produire des niveaux de brouillage inacceptables pour les opérations au GNSS, il faut étudier des façons d'atténuer le brouillage tout en maintenant les services de radionavigation aéronautiques. On pourrait y parvenir :

- a) en modifiant les futures installations DME de manière à réduire la cadence d'émission du squitter au repos jusqu'à une valeur aussi proche que possible de 700 paires d'impulsions par seconde (Annexe 10, Volume I, Chapitre 3, paragraphe 3.5.4.1.5.6);
- b) en utilisant davantage les DME de canal Y;
- c) en réattribuant les fréquences actuelles lorsque c'est possible.

6.4.2.5 En conséquence, la réunion formule la recommandation suivante :

Recommandation 6/14 — Services GNSS dans la bande 960 – 1 215 MHz

Il est recommandé :

- a) que les États soient encouragés à planifier le déploiement des DME en tenant compte de la nécessité de réduire au minimum le risque de causer du brouillage aux services GNSS;
- b) qu'un organe approprié de l'OACI soit chargé d'examiner les questions énumérées au paragraphe 6.4.2.4 du rapport sur le point 6 de l'ordre du jour.

6.4.3 Examen des SARP de l'Annexe 10 relatives aux aides de radionavigation au sol à la lumière des services GNSS actuels et prévus

6.4.3.1 La réunion prend connaissance des résultats d'un examen préliminaire des normes et pratiques recommandées (SARP) de l'Annexe 10, Volume I, effectué par le Groupe GNSSP à la demande de la Commission de navigation aérienne dans le but de déterminer si ce document doit être actualisé à la lumière des services GNSS actuels et prévus. Cet examen avait pour but de dégager les points qui devraient être étudiés plus avant afin d'évaluer les incidences des changements qui pourraient être apportés aux normes et d'élaborer un projet d'amendement de l'Annexe, s'il y a lieu.

6.4.3.2 La réunion note que le futur GNSS, capable d'assurer une couverture de navigation mondiale et de fournir des moyens de navigation de surface (RNAV) pour toutes les phases du vol viendra se superposer à plusieurs moyens et fonctions fournis par les aides de radionavigation actuelles définies dans l'Annexe 10, Volume I. Les parties désignées comme pouvant nécessiter des modifications comprennent généralement les normes qui pourraient devenir superflues consécutivement à l'introduction du GNSS et celles qui, dans leur forme actuelle, pourraient poser des problèmes dans la transition à la navigation par satellite.

6.4.3.3 La réunion note également que, bien que ces parties aient été identifiées en fonction des aspects liés au GNSS, plusieurs mises à jour potentielles résultent de l'application croissante des aides de navigation basées au sol pour les opérations RNAV.

6.4.3.4 La réunion convient que d'autres travaux sont nécessaires pour déterminer la faisabilité d'amender les SARP et les éléments indicatifs de l'Annexe 10, Volume I, compte tenu de la possibilité de réduire les fonctionnalités de navigation superflues et des considérations sur la protection, et pour élaborer les projets d'amendement au besoin. Les questions à étudier sont les suivantes :

- a) révision générale des dates de protection;
- b) modification des spécifications relatives au DME, compte tenu de l'emploi de plus en plus grand de ce système dans les opérations RNAV en région terminale et de l'emploi de la RNAV DME/DME comme système de secours pour le GNSS;
- c) spécifications relatives au DME/P;
- d) spécifications relatives aux opérations MLS/RNAV et actualisation des spécifications relatives au MLS;
- e) actualisations des éléments indicatifs sur les volumes de service du DME, de l'ILS et du VOR et planification des fréquences.

6.4.3.5 En se fondant sur ce qui précède, la Conférence formule la recommandation suivante :

Recommandation 6/15 — Mise à jour des SARP de l'Annexe 10, Volume I, relatives aux aides de radionavigation

Il est recommandé que l'OACI entreprenne l'examen des SARP et des éléments indicatifs de l'Annexe 10, Volume I, relatifs aux domaines indiqués au paragraphe 6.4.3.4 du rapport sur le point 6 de l'ordre du jour.

6.4.3.6 Notant la portée du Volume I de l'Annexe 10, la réunion constate qu'il y a une corrélation et un liens étroits entre les Recommandations 6/14 et 6/15.

6.4.4 Intégrité des données pour la navigation de surface et la navigation par satellite

6.4.4.1 La réunion est informée que les déficiences dans la qualité des données aéronautiques des systèmes embarqués révélées lors des premières expérimentations de mise en œuvre de procédures GNSS et RNAV comportaient aussi bien des données erronées à l'origine que des codages incorrects de données publiées dans l'AIP. Il est noté que les principales sources d'erreur sont la non-conformité de certains États avec les exigences de l'Annexe 15 concernant la qualité des données publiées et l'altération des données lors des différents traitements de la chaîne aéronautique.

6.4.4.2 La réunion note également que même si l'OACI a élaboré des SARP qui régissent différents aspects du traitement des données aéronautiques électroniques, elle ne peut pas empêcher le traitement manuel de données critiques pour le vol. Malgré les multiples initiatives visant à traiter le problème de l'intégrité des données, en particulier dans le contexte de la mise en œuvre de la RNAV, il n'existe pas de système coordonné ni de norme permettant de garantir que le niveau requis d'intégrité des données est assuré tout au long de la chaîne de traitement, de la création des données aéronautiques à leur utilisation finale. La réunion est aussi informée de certaines divergences qui existent entre les exigences de qualité, de précision, de résolution et d'intégrité édictées par l'industrie et celles édictées par l'OACI.

6.4.4.3 Au cours de l'examen des questions soulevées, de nombreux États et organisations internationales insistent sur l'aspect sécurité de la qualité des données aéronautiques, notamment l'intégrité des données pour les opérations RNAV et GNSS. À cet égard, la réunion souligne qu'il importe au plus haut point que l'OACI élabore des éléments indicatifs sur l'acquisition de données provenant de différentes sources, le traitement ainsi que l'évaluation de la qualité globale. Il est indiqué

que ces éléments devraient également porter sur la détection des événements et facteurs d'altération des données (altération des données par un intervenant sans que les autres intervenants soient alertés) dans la chaîne de traitement de l'information aéronautique. Il est également suggéré d'entreprendre le plus tôt possible la tâche d'harmoniser les spécifications de l'Annexe 15 relatives à la qualité des données et les normes correspondantes de l'industrie.

6.4.4.4 Comme suite à ces suggestions, la réunion est informée des travaux en cours à l'OACI dans le but de remédier aux déficiences présentées à la réunion. La réunion note en particulier l'avancement de la tâche AIS-9401 du *Programme des travaux techniques (TWP) de l'Organisation dans le domaine de la navigation aérienne*, qui comprend notamment l'élaboration d'éléments indicatifs pour l'application par les services d'information aéronautique des normes de la série 9000 de l'ISO, qui permettront d'établir l'assurance de la qualité de l'information aéronautique. La réunion est informée que ces travaux tirent à leur fin et que le Manuel du système de gestion de la qualité pour le système AIS/MAP sera terminé d'ici la fin de 2003. La réunion note aussi que, conformément à la Recommandation 3/4 de la réunion GNSSP/4, il a été demandé au Groupe d'experts des systèmes de navigation (NSP) d'élaborer des propositions précises pour l'harmonisation des normes de l'OACI et de l'industrie sur les données aéronautiques utilisées pour les opérations GNSS.

6.4.4.5 Après avoir noté ce qui précède, la réunion formule la recommandation suivante :

Recommandation 6/16 — Achèvement des éléments indicatifs sur l'application des SARP de l'Annexe 15 relatives à la qualité des données

Il est recommandé que l'OACI accorde une priorité élevée à l'achèvement des éléments indicatifs pour l'assurance de la qualité des données, notamment le traitement des données depuis leur création jusqu'à leur utilisation finale.

6.4.5 **Propositions concernant le développement des services de navigation GNSS dans les régions**

6.4.5.1 Pour conclure ses délibérations sur les questions de navigation aérienne, la réunion examine des renseignements sur les stratégies de la Région Asie/Pacifique pour les services de navigation aérienne et les propositions pour le développement régional des services de navigation GNSS.

6.4.5.2 La réunion note la stratégie pour la fourniture de systèmes de guidage d'approche et d'atterrissage de précision et la stratégie pour la mise en œuvre de la navigation GNSS dans la Région Asie/Pacifique, qui ont été adoptées par la quatorzième réunion du Groupe régional Asie/Pacifique de planification et de mise en œuvre de la navigation aérienne (APANPIRG/14).

6.4.5.3 En ce qui concerne les informations et les propositions élaborées et présentées en application de la Conclusion 11/54 de la onzième réunion du Groupe régional Caraïbes/Amérique du Sud de planification et de mise en œuvre (GREPECAS/11), la réunion note avec approbation les progrès réalisés dans les essais et la planification des services de navigation basés sur le GNSS. Il est convenu que l'expérience acquise et les défis qui se présentent pourraient intéresser les autres régions, notamment les activités concernant le développement du service régional de navigation par satellite qui peuvent être avancées avec de faibles investissements grâce à des efforts régionaux coordonnés et à la participation engagée des États. Il est noté que la formation des ressources humaines et les questions financières sont des défis importants dans la mise en œuvre de systèmes complexes comme le GNSS.

6.4.5.4 La réunion note que l'OACI a apporté une aide suivie aux États dans la mise en œuvre des systèmes CNS/ATM dans le cadre de trois mécanismes : les projets spéciaux de mise en œuvre, les projets de coopération technique et la facilité financière internationale pour la sécurité de l'aviation. En outre, l'OACI a effectué des visites techniques périodiques auprès des États, a élaboré des éléments indicatifs régionaux et a organisé des ateliers régionaux.

6.4.5.5 En concluant ses délibérations sur les questions de navigation aérienne, la réunion, conformément à sa Recommandation 6/1, souligne une fois de plus la nécessité pour l'OACI, les États, les usagers de l'espace aérien et autres parties intéressées de continuer à travailler vers des systèmes de navigation mondiaux sûrs et efficaces dans toutes les phases du vol.

APPENDICE D

APERÇU DES AVANTAGES DES FUTURES COMBINAISONS DE SYSTÈMES DE NAVIGATION PAR SATELLITE INDÉPENDANTS ET DE LEURS RENFORCEMENTS ET QUESTIONS RELATIVES À CES COMBINAISONS

1. INTRODUCTION

1.1 L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a élaboré des normes et des pratiques recommandées (SARP) relatives aux signaux L1 du système mondial de localisation (GPS) et du système mondial de satellites de navigation (GLONASS) et à leur renforcement au moyen du système de renforcement embarqué (ABAS), du système de renforcement satellitaire (SBAS) et du système de renforcement au sol (GBAS).

1.2 Le futur GPS amélioré fournira des signaux additionnels et comportera peut-être une fonction d'intégrité mondiale. Le système GLONASS sera enrichi de satellites GLONASS-M présentant des caractéristiques améliorées et la nouvelle génération de satellites GLONASS-K sera lancée par la suite. La nouvelle constellation Galileo, actuellement mise au point par l'Europe, comportera trois signaux et une fonction d'intégrité mondiale.

1.3 L'emploi des signaux supplémentaires et des nouvelles constellations devrait procurer plusieurs avantages aux usagers de l'aviation civile. Les systèmes actuels peuvent être combinés pour améliorer la robustesse et augmenter ainsi la capacité de satisfaire aux performances requises en présence de brouillage ou de défaillances des systèmes. La combinaison de signaux provenant de systèmes indépendants permet en outre d'améliorer les performances dans des conditions nominales. Dans certaines régions, la combinaison des constellations peut donc permettre d'assurer des niveaux de service qui exigeaient auparavant l'utilisation de systèmes de renforcement. Finalement, la possibilité d'utiliser plusieurs constellations pourrait atténuer les préoccupations institutionnelles relatives à la dépendance envers un seul fournisseur de service.

1.4 L'introduction de ces nouveaux éléments soulève aussi des questions techniques, économiques et institutionnelles qui doivent être réglées pour tirer pleinement parti des possibilités offertes.

2. POSSIBILITÉS DES NOUVEAUX SIGNAUX ET DES NOUVELLES CONSTELLATIONS

2.1 Calendrier de mise en œuvre

2.1.1 En septembre 2003, la situation actuelle et prévue en ce qui concerne la mise en œuvre des services des différentes constellations et des nouveaux signaux est la suivante :

- a) GPS/L1 : en service;

- b) GPS/L5 : capacité opérationnelle initiale en 2012 et capacité opérationnelle totale en 2015;
- c) GLONASS/L1 : en service (le nombre de satellites opérationnels est limité);
- d) GLONASS/L3 : disponible à compter de 2008;
- e) Galileo/L1 : disponible à compter de 2008;
- f) Galileo/E5a : disponible à compter de 2008;
- g) Galileo/E5b : disponible à compter de 2008.

2.1.2 Pour chaque nouveau signal ou chaque nouvelle constellation, les autorités de l'aviation civile auront probablement besoin d'une ou deux années supplémentaires pour la validation et la certification avant d'approuver l'utilisation des signaux dans les applications liées à la sécurité de la vie humaine. L'emploi opérationnel des nouveaux signaux et des services fondés sur une combinaison de constellations pourrait donc commencer à l'horizon 2010.

2.1.3 Le plan de normalisation du GNSS de l'OACI prévoit l'élaboration et la validation des SARP sur les éléments du GNSS mentionnés plus haut à mesure que ces éléments sont mis au point.

2.2 Possibilités techniques et opérationnelles

2.2.1 L'évaluation de la vulnérabilité du GNSS et des méthodes d'atténuation (AN-Conf-WP/17) montre qu'il y a des avantages inhérents à maximiser la résistance de la navigation par satellite au brouillage. Les nouveaux signaux du GNSS résisteront mieux au brouillage que le signal L1 du GPS; leur plus grande puissance et leur plus grande largeur de bande leur permettront en effet de mieux éliminer le brouillage. En outre, tous les signaux destinés aux applications liées à la sécurité de la vie humaine bénéficieront de la protection accordée par l'Union internationale des télécommunications (UIT) aux attributions faites dans la bande du service de radionavigation aéronautique.

2.2.2 La diversification des fréquences est un autre moyen très efficace de pallier le brouillage non intentionnel, puisqu'il est hautement improbable que ce type de brouillage perturbe plus d'une fréquence à la fois. Selon les indications reçues, toutes les constellations de base (GPS, GLONASS et Galileo) assureront des services sur plusieurs fréquences et toute combinaison de deux de ces constellations fournit au moins une fréquence qui n'est pas commune aux deux constellations.

2.2.3 La combinaison des constellations permettra aussi d'atténuer très efficacement les effets atmosphériques. L'augmentation du nombre de satellites visibles réduira considérablement les incidences de la perte des signaux qui se produit actuellement dans les régions équatoriales et, dans une moindre mesure, aux hautes latitudes lors de scintillations ionosphériques intenses. Il suffira en effet de combiner au niveau de l'utilisateur les différentes mesures provenant des différentes constellations.

2.2.4 Dans le cas des satellites monofréquences, les erreurs causées par l'ionosphère sont corrigées par le GBAS ou le SBAS. Dans le cas des satellites multifréquences, ces erreurs sont corrigées dans le récepteur. À cause du plus grand nombre de satellites visibles, la combinaison de constellations permettra d'augmenter la disponibilité et la continuité du service actuellement limité par la scintillation

ionosphérique, la maintenance du système, les défaillances du secteur spatial ou l'effet de masquage des terrains et des édifices (pour les opérations de surface basées sur le GNSS, par exemple).

2.2.5 Dans les régions où les données d'intégrité ne sont pas fournies (par le SBAS ou les futures constellations de base), les performances peuvent être améliorées, quoique avec moins de robustesse, en combinant les mesures provenant de plusieurs constellations avec l'ABAS. Dans certains cas, ce moyen permettra d'éviter d'avoir à déployer le SBAS et dans d'autres cas il simplifiera l'architecture du SBAS.

2.2.6 Certains États étudient déjà les avantages éventuels de l'augmentation de la robustesse du GNSS par la diversification des fréquences d'une seule constellation. La combinaison, au niveau de l'utilisateur, de signaux différents provenant d'au moins deux constellations améliorerait encore plus la robustesse et la performance et atténuerait fortement les préoccupations institutionnelles relatives à l'emploi d'une seule constellation.

2.3 Possibilités institutionnelles

2.3.1 Il existe des raisons non techniques pour employer plusieurs constellations. Ces raisons comprennent notamment les préoccupations institutionnelles relatives au contrôle et à la maintenabilité d'une constellation unique, la menace d'un déni d'accès au service et le risque d'une défaillance majeure dans une constellation de base. L'accès à plusieurs constellations indépendantes gérées par des fournisseurs de service indépendants présente entre autres les avantages suivants :

- a) les services de navigation par satellite peuvent continuer à assurer les performances nominales même en cas de manque de ressources financières pour effectuer la maintenance d'une constellation particulière, de difficultés techniques liées au fonctionnement de la constellation, d'échecs de lancement ou de destruction résultant de situations d'urgence;
- b) le service de navigation est assuré à l'échelle mondiale même si une des constellations est dégradée ou bloquée dans toute la zone de couverture pendant une situation d'urgence nationale, comme l'autorise la Convention relative à l'aviation civile internationale (article 89). Dans ce cas le service pourrait être fourni par une deuxième constellation gérée indépendamment;
- c) le service de navigation est assuré même en cas d'interruption du signal ou de modification majeure d'une constellation satellitaire, d'une interruption à mi-période du service d'une constellation ou de la décision du fournisseur d'une constellation de mettre fin à la prestation des services.

3. DIFFICULTÉS LIÉES À L'INTRODUCTION DES NOUVEAUX SYSTÈMES

3.1 Complexité d'utilisation

3.1.1 L'introduction de constellations et de systèmes de renforcement indépendants engendre une complexité technique qui doit être bien gérée, autant sur le plan technique que sur le plan

opérationnel, pour que les exploitants d'aéronefs bénéficient des avantages décrits plus haut et que ces avantages excèdent les coûts.

3.1.2 La complexité pourrait augmenter avec l'évolution du GNSS s'il y a une prolifération de récepteurs de bord qui emploient différemment des combinaisons différentes d'éléments GNSS indépendants. On prévoit également la mise au point d'architectures qui apporteront de nouvelles améliorations en intégrant le GNSS aux systèmes inertiels. Le marché écartera naturellement les architectures utilisant des combinaisons qui n'offrent pas d'avantages économiques, mais la fragmentation n'est certainement pas impossible. Les fournisseurs de services de navigation aérienne, les exploitants d'aéronefs et les aviateurs devront travailler de concert pour conformer les capacités à la qualité de navigation requise et aux procédures d'approche publiées de manière à maximiser les avantages.

3.1.3 Vu que les usagers emploient des niveaux de fonctionnalités différents, on a émis l'avis que les fournisseurs de services de navigation aérienne auront besoin d'une indication en temps réel pour déterminer si les différentes combinaisons d'éléments du GNSS prennent en charge les niveaux de service publiés. Cette approche repose sur le principe actuel de surveillance du système, où le fournisseur de services de navigation aérienne peut surveiller chaque aide de navigation terrestre et où chaque aide fournit un service déterminé, mais elle ne pourra probablement pas s'appliquer aux futures opérations GNSS, surtout après l'introduction des signaux et des constellations multiples. Il convient donc de réexaminer le concept actuel de surveillance de l'état de fonctionnement.

3.1.4 Selon la stratégie adoptée pour l'introduction des SARP, l'OACI pourrait avoir de la difficulté à gérer la normalisation de plusieurs combinaisons d'éléments. La meilleure solution pourrait être de normaliser les nouveaux signaux individuellement en complétant les SARP par des éléments indicatifs sur l'emploi des nouveaux signaux et des combinaisons de signaux.

3.2 Coût du système pour les exploitants d'aéronefs et les fournisseurs de services

3.2.1 Pour l'utilisateur, l'introduction de signaux et de constellations supplémentaires signifie le remplacement des récepteurs et des antennes de bord actuels. Les nouveaux récepteurs et les nouvelles antennes seront plus complexes et plus coûteux que l'avionique GNSS de la présente génération, mais, avec les progrès constants de la technologie, les augmentations de coûts pourront probablement demeurer relativement modestes.

3.2.2 Pour les exploitants d'aéronefs, la stratégie la plus viable pourrait être de n'effectuer les mises à niveau que lorsque l'analyse financière est positive. Le coût des modifications pourrait être réduit si le fabricant conçoit l'équipement de façon à n'exiger que des actualisations du logiciel ou de simples mises à niveau du matériel. L'autre possibilité serait d'acquérir de nouveaux aéronefs dotés d'une avionique correspondant à l'état de développement du GNSS, mais il faut dans ce cas que l'exploitant connaisse préalablement les normes et les plans d'introduction des nouveaux signaux.

3.2.3 Dans le cas du GBAS, un système capable de renforcer deux constellations de base (par exemple GPS/GLONASS ou GPS/Galileo) pourrait être plus coûteux étant donné la complexité accrue des récepteurs de référence et des éléments d'antenne. Par ailleurs, les fournisseurs de services utilisant un équipement GBAS relativement nouveau qui ne prend en charge qu'une seule constellation ne s'empresseront pas d'introduire un nouvel équipement ni de décider de la mise à niveau des systèmes sur la base du cycle de vie nominal.

3.2.4 Afin de minimiser les coûts et de maximiser les avantages, l'OACI devrait, lors de l'élaboration de normes pour les nouveaux éléments et signaux du GNSS, formuler des recommandations sur les combinaisons d'éléments et de signaux les plus prometteuses.

3.3 Répercussions des restrictions réglementaires

3.3.1 L'avionique GNSS actuelle sélectionne automatiquement les satellites et les renforcements à utiliser*. Les réglementations nationales pourraient à l'avenir exiger ou interdire l'emploi de certains éléments ou de certaines combinaisons d'éléments du GNSS. Cette situation pourrait entraîner pour les usagers des coûts considérables liés aux contrôles et procédures de pilotage supplémentaires, à la formation de l'équipage et à la maintenance. Si chaque élément du GNSS doit être sélectionné indépendamment, l'interface avionique risque de devenir très compliquée. La formation de l'équipage à l'utilisation de cette interface et à la sélection des systèmes qui doivent être employés dans diverses parties de l'espace aérien représenterait des coûts très élevés. Une interface avionique complexe pourrait en outre augmenter la charge de travail du pilote et devenir un problème de sécurité.

3.3.2 En raison de ces répercussions possibles, il faut que l'OACI encourage les États à éviter, dans leurs plans de mise en œuvre de services GNSS, de restreindre l'utilisation de certains éléments du GNSS pour des raisons institutionnelles.

4. CONCLUSIONS

4.1 Le GPS, le GLONASS et Galileo offriront des constellations satellitaires gérées indépendamment et des signaux indépendants. L'emploi d'une combinaison de constellations rendra donc les interruptions du service GNSS extrêmement improbables.

4.2 Le plus grand nombre de signaux et de constellations GNSS représente donc des avantages importants pour l'aviation civile, notamment une meilleure robustesse, l'amélioration des performances, la simplification de l'architecture de l'équipement GNSS au sol et l'atténuation des préoccupations institutionnelles.

4.3 La mise en œuvre d'une multiplicité de combinaisons possibles d'éléments se traduirait par la complexité de l'ensemble du système et aurait des incidences économiques négatives en particulier pour les usagers. Ce problème peut être évité par une évaluation complète et la sélection des combinaisons les plus prometteuses pour la mise en œuvre générale.

4.4 Si les questions relatives à l'emploi de constellations satellitaires de base indépendantes, à d'autres éléments du GNSS et à leurs combinaisons sont réglées adéquatement, l'introduction de nouvelles constellations et de nouveaux signaux facilitera la transition à l'utilisation du GNSS comme système mondial pour toutes les phases de vol.

* Sauf dans le cas de l'approche de précision au GBAS, qui comporte une fonction de sélection du canal forçant le récepteur à utiliser un système de renforcement GBAS particulier.

4.5 Dans l'élaboration des normes sur les nouveaux éléments et signaux du GNSS, l'OACI s'occupera des questions relatives à l'emploi de signaux multiples et de leurs combinaisons et élaborera des éléments indicatifs sur les combinaisons d'éléments GNSS les plus prometteuses.

— FIN —