

ONZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 22 septembre – 3 octobre 2003

Point 6 : Questions de navigation aérienne

PROPOSITION D'AMENDEMENT DU PLAN MONDIAL DE NAVIGATION AÉRIENNE POUR LES SYSTÈMES CNS/ATM (DOC 9750)

(Note présentée par le Secrétariat)

SOMMAIRE

À la demande de la Commission de navigation aérienne de l'OACI, le Groupe GNSSP a examiné le *Plan mondial de navigation aérienne pour les systèmes CNS/ATM* (Doc 9750) et a élaboré des propositions d'amendement dans le but de modifier les parties du plan qui concernent la navigation, notamment celles qui traitent du GNSS. Ces amendements introduisent une nouvelle façon de voir le GNSS, qui est maintenant considéré comme une partie d'un système de navigation aérienne à utiliser pour les opérations d'approche, d'atterrissage et de départ, et maintiennent l'objectif final d'employer le GNSS comme système de navigation mondial pour toutes les phases du vol, là où cet objectif peut être réalisé en toute sécurité.

Il est également proposé de modifier certaines sections du Doc 9750 afin d'aligner le Plan mondial sur les SARP du GNSS (Annexe 10, Volume I) et de tenir compte des développements récents.

La suite à donner par la Conférence figure au paragraphe 3.

RÉFÉRENCES

AN-Conf/11-WP/17, 18, 19 et 20

1. INTRODUCTION

1.1 Le développement et la mise en œuvre du GNSS ont considérablement progressé depuis la publication du *Plan mondial de navigation aérienne pour les systèmes CNS/ATM* (Doc 9750). Les progrès ont toutefois été plus lents que prévu et plusieurs questions ont été soulevées et traitées au cours de la mise en œuvre initiale du système. Certaines de ces questions, comme la vulnérabilité au brouillage, ont d'importantes incidences sur le GNSS et sur son rôle dans la navigation aéronautique.

(19 pages)

G:\ANConf.11\ANConf.11.wp.037.fr\ANConf.11.wp.037.fr.doc

1.2 Le premier ensemble de normes et pratiques recommandées (SARP) sur le GNSS a été adopté depuis la publication du Plan mondial. Il convient donc d'actualiser ce document pour tenir compte des SARP et des progrès récents dans la mise au point et la mise en œuvre du système. Le futur développement du système, comme la modernisation prévue du système mondial de localisation (GPS) et du système mondial de satellites de navigation (GLONASS) et l'introduction de Galileo, ainsi que la possibilité d'utiliser une combinaison d'éléments et de signaux ont d'importantes répercussions sur la planification à long terme.

2. APERÇU DES AMENDEMENTS PROPOSÉS

2.1 La proposition d'amendement du Plan mondial reproduite en appendice a été élaborée à partir des résultats d'études effectuées par le Groupe GNSSP et présentées dans les notes AN-Conf/11-WP/17, AN-Conf/11-WP/18, AN-Conf/11-WP/19 et AN-Conf/11-WP/20. Les amendements ont pour base les éléments clés suivants:

- a) le concept d'utilisation du GNSS comme un moyen supplémentaire, principal ou unique de navigation (utilisation d'un seul système) évolue de plus en plus vers un concept d'utilisation de plusieurs capteurs pour les opérations d'approche, d'atterrissage et de départ, les éléments du GNSS étant considérés comme des capteurs distincts;
- b) le but de la transition au GNSS, qui supprime la nécessité de recourir aux aides de navigation au sol classiques, est conservé pour la navigation au GNSS et les futurs environnements ATM où cet objectif peut être réalisé en toute sécurité;
- c) la nécessité de conserver les aides de navigation au sol classiques en tout ou en partie pendant la transition est maintenue jusqu'à ce que les opérations au GNSS répondent aux normes de sécurité requises;
- d) le besoin de conserver les aides de navigation au sol classiques pendant la transition ne signifie pas qu'il sera nécessaire, lors de l'introduction des opérations au GNSS, d'installer des aides de navigation au sol supplémentaires dans les régions moins développées, à moins qu'il ne soit démontré que ces aides sont requises pour assurer la sécurité de certaines opérations.

2.2 Ces éléments ont servi de base à la proposition d'amendement du Chapitre 1^{er}, sections 1.20 et 1.21, et du Chapitre 6. Les amendements suivants sont également proposés:

- a) suppression des Tableaux I-4-1 à I-4-5 du Chapitre 1^{er} de la Partie I étant donné qu'ils n'ajoutent rien à l'ensemble du document. Cette proposition prend en compte les parties du Plan mondial sur les communications, la surveillance et l'automatisation;
- b) addition de sections sur le dispositif de mesure de distance (DME) et le système à référence inertielle (IRS)/système de navigation par inertie (INS) dans le Chapitre 6 de la Partie I pour compléter les informations sur le GNSS;
- c) addition d'une mention de la RNAV et de la RNP dans le Chapitre 12 de la Partie I pour souligner leur importance dans la concrétisation des avantages du GNSS.

3. **SUITE À DONNER PAR LA CONFÉRENCE**

3.1 Compte tenu de ce qui précède, la Conférence est invitée à approuver la recommandation suivante :

Recommandation 6/F — Amendement du Plan mondial — Navigation

Il est recommandé que le *Plan mondial de navigation aérienne pour les systèmes CNS/ATM* (Doc 9750) soit amendé comme il est indiqué à l'appendice à la présente note.

APPENDICE

PROJET D'AMENDEMENT DU PLAN MONDIAL DE NAVIGATION AÉRIENNE POUR LES SYSTÈMES CNS/ATM (DOC 9750)

...

Note rédactionnelle.— La table des matières est reproduite en partie pour mettre en évidence (en gras) les parties du document qui ont été amendées.

TABLE DES MATIÈRES

Page

...

PARTIE I. CONCEPT OPÉRATIONNEL ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DE PLANIFICATION

Chapitre premier. Introduction aux systèmes CNS/ATM

...

Bref aperçu des systèmes CNS/ATM	I-1-3
Communications	
Navigation	
Surveillance	
Gestion du trafic aérien	

...

Chapitre 2. Planification des systèmes CNS/ATM — Structure prévue par l'OACI

...

APPENDICE A. Énoncé de politique de l'OACI sur la mise en œuvre et l'exploitation des systèmes CNS/ATM	I-2-8
1. Accessibilité universelle	
2. Souveraineté, autorité et responsabilité des États contractants	
3. Responsabilité et rôle de l'OACI	
4. Coopération technique	
5. Arrangements institutionnels et mise en œuvre	
6. Système mondial de navigation par satellite	

...

Chapitre 4. Gestion du trafic aérien

...

Chapitre 6. Systèmes de navigation

Objectifs	I-6-1
Qualité de navigation requise (RNP)	I-6-1
Système mondial de navigation par satellite (GNSS)	I-6-1
Renforcements GNSS	I-6-2
Avionique	I-6-3
Système de coordonnées WGS-84 et bases de données aéronautiques	I-6-3
Introduction progressive	I-6-3
Systèmes visant à appuyer les opérations d'approche, d'atterrissage et de départ .	I-6-4
Questions générales relatives à la transition	I-6-5

...

Chapitre 12. Organisation et coopération internationale

Introduction	I-12-1
Formes d'organisation au niveau international	I-12-1
Aspects spécifiques d'exploitation et d'organisation technique	I-12-2
Généralités	
Service mobile aéronautique par satellite (SMAS) — mise en œuvre et options	
Système mondial de navigation par satellite (GNSS)	
Gestion du trafic aérien (ATM)	

...

PARTIE I
Concept opérationnel et principes généraux de planification

Chapitre premier
INTRODUCTION AUX SYSTÈMES CNS/ATM

...

BREF APERÇU DES SYSTÈMES CNS/ATM

...

Navigation

1.20 Dans le domaine de la navigation, les améliorations concernent essentiellement la mise en place progressive de ~~moyens~~ de la navigation de surface (RNAV), assurée par une combinaison appropriée ~~ainsi que~~ du système mondial de navigation par satellite (GNSS), de systèmes de navigation autonomes (IRU/IRS) et d'aides de navigation au sol classiques. L'objectif final est une transition au GNSS qui éliminerait le besoin d'utiliser des aides de navigation au sol, quoique la vulnérabilité du GNSS au brouillage exigera peut-être de conserver quelques-unes de ces aides dans certaines régions. ~~Ces systèmes assurent une couverture de navigation mondiale et ils servent à la navigation en route ainsi qu'aux approches classiques (non-précision). Si l'on y ajoute des systèmes de renforcement appropriés, avec les procédures voulues, on escompte qu'ils se prêteront aussi à la plupart des approches de précision.~~

1.21 Le GNSS a une couverture mondiale et est utilisé pour la navigation en route, dans les régions océaniques, dans les régions terminales et pour les approches de non-précision. Conjugué aux systèmes de renforcement appropriés et à des procédures adéquates, le GNSS prend en charge les approches avec guidage vertical et les approches de précision. Le GNSS spécifié dans l'Annexe 10 ~~assurera~~ assure dans l'ensemble du monde un service de navigation de haute intégrité, de haute précision et tous temps. La mise en œuvre ~~réussie~~ intégrale du GNSS permettra aux aéronefs munis d'une avionique capable de recevoir et d'interpréter les signaux des satellites de naviguer dans tous les types d'espace aérien, dans toutes les régions du monde.

1.22 L'introduction du GNSS ~~donne, ce qui donnera~~ à de nombreux États la possibilité de démanteler tout ou partie de leur infrastructure de navigation actuelle basée au sol. Le retrait des aides de radionavigation traditionnelles devrait toutefois être envisagé avec prudence, après qu'une évaluation de la sécurité aura démontré qu'un niveau de sécurité acceptable peut être réalisé et après consultation des usagers dans le cadre du processus de planification régionale de la navigation aérienne.

1.23 Les principaux avantages de l'introduction de ces éléments de navigation sont résumés à la Figure I-1-2.

Note rédactionnelle.— Renuméroter les paragraphes suivants en conséquence.

...

Amender la partie «Navigation» de la Figure I-1-2 comme suit:

Navigation
• Services de navigation mondial tous temps d'un niveau élevé d'intégrité et de fiabilité, à l'échelle mondiale • Amélioration de la précision de la détermination de la position quadridimensionnelle de navigation quadridimensionnelle • Réduction Diminution éventuelle des coûts grâce à la réduction du nombre ou à la non-mise en œuvre d'aides de navigation au sol • Meilleure Utilisation plus efficace des aéroports et des pistes • Possibilités améliorées d'approches classiques et d'approches de précision aux aéroports actuellement non équipés • Réduction de la charge de travail des pilotes • Réduction des incidences environnementales grâce à la flexibilité des routes

...

Chapitre 2
PLANIFICATION DES SYSTÈMES CNS/ATM —
STRUCTURE PRÉVUE PAR L'OACI

...

APPENDICE A AU CHAPITRE 2

ÉNONCÉ DE POLITIQUE DE L'OACI SUR LA MISE EN ŒUVRE
ET L'EXPLOITATION DES SYSTÈMES CNS/ATM

...

Approuvé par le Conseil (C 141/13), le 9 mars 1994

...

6. SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION
PAR SATELLITE

Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) ~~devrait être~~ est mis en œuvre de façon graduelle à partir des systèmes mondiaux de navigation par satellite existants, y compris le système mondial de localisation (GPS) des États-Unis et le système mondial de satellites de navigation (GLONASS) de la Fédération de Russie, ~~pour évoluer vers un GNSS intégré sur lequel les États contractants exerceront un niveau de contrôle suffisant en ce qui concerne les aspects liés à l'utilisation de ce système.~~ Les États peuvent exercer un meilleur contrôle sur l'emploi du GNSS en déployant des systèmes indépendants interopérables ou en mettant en œuvre des systèmes de renforcement (systèmes de renforcement satellitaires ou de renforcement au sol).

Le futur GNSS sera constitué de plusieurs constellations et offrira plusieurs signaux multifréquences provenant des constellations de base GPS, GLONASS et Galileo (actuellement mises au point par les États membres de l'Union européenne). Le GPS sera amélioré par l'addition d'un deuxième signal civil sur la fréquence L2 et, ce qui est plus important pour l'aviation, d'un troisième signal civil sur la fréquence L5 qui se trouve dans la bande de fréquences protégée du service de radionavigation aéronautique (ARNS). Le système GLONASS mettra également de nouvelles fréquences à la disposition de l'aviation civile avec l'arrivée des satellites GLONASS-M et GLONASS-K avec un deuxième signal civil sur L3 dans la bande de l'ARNS. Le système Galileo comprendra une autre constellation de satellites de navigation avec des signaux multifréquences pour ~~par~~ l'aviation civile. L'OACI continuera à étudier, en consultation avec les États contractants, les usagers de l'espace aérien et les fournisseurs de services, la possibilité ~~pratique de réaliser un GNSS civil soumis à un contrôle international~~ d'utiliser un GNSS constitué de plusieurs éléments interopérables.

...

Chapitre 4 GESTION DU TRAFIC AÉRIEN

...

Note.— Le Chapitre 4 est actuellement révisé en fonction d'éléments élaborés par le Groupe d'experts sur le concept opérationnel de gestion du trafic aérien (ATMCP). Les amendements proposés seront présentés séparément. Les Tableaux I-4 seront supprimés dans le chapitre révisé.

...

Chapitre 6 SYSTÈMES DE NAVIGATION

RÉFÉRENCES

Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques*
~~Lignes directrices pour l'introduction et l'emploi~~
~~opérationnel~~ Manuel du système mondial de
 navigation par satellite (GNSS) (~~Circulaire 267~~)
 (Doc . . .)
 Manuel sur la qualité de navigation requise (RNP)
 (Doc 9613)
 Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne*
 Procédures pour les services de navigation
 aérienne — *Exploitation technique des aéronefs*
 (PANS-OPS, Doc 8168)

OBJECTIFS

6.1 L'élément navigation des systèmes CNS/ATM a pour objet d'assurer une capacité de navigation mondiale (localisation) ~~détermination~~ précise, fiable et sans discontinuité ~~fluide de la position des aéronefs,~~ à l'échelle mondiale, grâce à l'introduction de la navigation aéronautique par satellite. La position est déterminée au moyen d'une combinaison appropriée de fonctions assurées par des systèmes de navigation par satellite autonomes et d'installations de navigation basées au sol.

QUALITÉ DE NAVIGATION REQUISE (RNP) ET NAVIGATION DE SURFACE (RNAV)

6.2 Les aéronefs modernes sont de plus en plus équipés pour la de systèmes RNAV, laquelle dont l'utilisation facilite la mise en place d'un réseau de routes souple. ~~De plus, en ayant recours au concept de RNP, on peut éviter d'avoir à choisir entre des réseaux concurrents. Cependant, il demeure nécessaire d'assurer une normalisation internationale des techniques de navigation qui sont largement utilisées à l'échelle internationale.~~ L'application de la RNAV dans différentes parties du monde montre que ce type

de navigation présente plusieurs avantages, comme des routes plus directes, par rapport à la navigation classique à référence sur station.

6.3 En tant que concept, la RNP s'applique à la qualité de navigation à l'intérieur d'un espace aérien et elle concerne donc à la fois cet espace et les aéronefs. Le type de RNP se fonde sur une précision de navigation quantifiée qui est censée être obtenue pendant au moins 95 % du temps par la population d'aéronefs évoluant à l'intérieur de l'espace aérien. Le concept de RNP pour les opérations en route a été approuvé par l'OACI (Annexe 11, Chapitre 2) et a été étendu aux opérations d'approche, d'atterrissage et de départ. Les types de RNP sont décrits dans le *Manuel sur la qualité de navigation requise (RNP)* (Doc 9613).

6.4 La RNP est l'énoncé de la précision de qualité de navigation à l'intérieur d'un espace aérien défini, compte tenu de la combinaison de l'erreur de capteur de navigation, de l'erreur de récepteur embarqué, de l'erreur d'affichage et de l'erreur technique de vol. Le choix des minimums de séparation ne peut pas être fondé sur la RNP seulement et la décision d'établir des minimums d'espacement entre les routes et de séparation entre les aéronefs doit aussi tenir compte du niveau des services de communication, des services de surveillance et des services de la circulation aérienne dans l'espace aérien considéré.

6.5 Les types de RNP pour les opérations en route sont identifiés à l'aide d'une seule valeur de précision, définie comme étant la précision minimale de navigation requise pour un niveau de confinement spécifié. Les types de RNP en route sont décrits dans le Doc 9613.

6.6 Les types de RNP pour les opérations d'approche, d'atterrissage et de départ sont définis du point de vue de la précision, de l'intégrité, de la continuité et de la disponibilité de navigation requises. Bien que certains types de RNP prévoient une spécification de précision dans le plan latéral seulement (comme pour les phases en route), d'autres types prévoient des spécifications pour les plans latéral et vertical. Les types similaires à une spécification en route sont prévus pour les opérations tels des approches classiques ou des départs. La plupart des types de RNP pour les opérations d'approche et d'atterrissage exigent un confinement dans le plan vertical, fondé sur des renseignements produits par le système de navigation.

SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS)

6.5 Le GNSS est un système mondial de détermination de la position et de l'heure, qui se compose d'une ou plusieurs constellations de satellites satellitaires de base, de récepteurs embarqués, et d'un contrôle de l'intégrité du système; et de systèmes de renforcement qui augmentent la performance des constellations de base renforcés selon les besoins afin d'appuyer la RNP pour la phase effective d'exploitation.

6.6 Les systèmes de navigation par satellite actuellement en exploitation sont le GPS (système mondial de localisation) des États-Unis et le GLONASS (système mondial de satellites de navigation) de la Fédération de Russie. Ces deux systèmes ont été présentés à l'OACI comme moyens pour appuyer le développement évolutif du GNSS. En 1994, le Conseil de l'OACI a accepté la proposition des États-Unis concernant le GPS et, en 1996, il a accepté l'offre de la Fédération de Russie concernant le GLONASS.

~~6.9~~ 6.7 Le secteur spatial GPS nominal est composé de 24 satellites sur six plans d'orbite. Les satellites évoluent sur des orbites quasi circulaires à 20 200 km (10 900 NM), indiquées à 55° par rapport à l'équateur, et chaque satellite effectue une révolution en 12 heures approximativement.

~~6.10~~ 6.8 Le secteur spatial GLONASS nominal comporte 24 satellites opérationnels et plusieurs autres de rechange. Les satellites GLONASS évoluent à une altitude de 19 100 km et ont une durée de révolution de 11 heures 15 minutes. Huit satellites sont placés à distance égale sur chacun des trois plans d'orbite; l'inclinaison est de 64,8° et l'espacement de 120°.

RENFORCEMENTS GNSS

~~6.11~~ 6.9 Pour surmonter les limites inhérentes au système et répondre aux besoins de l'aviation en matière de performances (précision, intégrité, disponibilité et continuité du service) pour toutes les phases de vol et permettre un certain degré de contrôle autonome, le GPS et le GLONASS ont besoin de divers degrés niveaux de renforcement. Les renforcements sont classés en trois grandes catégories: sur aéronef, au sol et sur satellite (voir le Tableau I-6-1).

Renforcements sur aéronef

~~6.12~~ 6.10 L'un des types de Le systèmes de renforcement embarqué (ABAS) combine l'information provenant du GNSS et les informations des systèmes bord. est appelé Le contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur (RAIM) et peut être utilisé s'il y a plus de quatre satellites en visibilité directe, disposés selon une géométrie adéquate. Si l'on dispose de cinq satellites en visibilité, cinq positions indépendantes peuvent être calculées. Si ces positions ne concordent pas, on peut en déduire qu'un ou plusieurs des satellites fournissent des renseignements inexacts. Si l'on dispose de six satellites ou plus en visibilité, on peut calculer un plus grand nombre de positions indépendantes et un récepteur peut alors être en mesure d'identifier un satellite défaillant et l'exclure des calculs pour la détermination des positions est une forme d'ABAS qui utilise seulement les caractéristiques inhérentes aux constellations GNSS de base. S'il reçoit des signaux de plus de quatre satellites présentant une géométrie appropriée, le RAIM utilise les informations redondantes pour effectuer un contrôle d'intégrité.

~~6.13~~ 6.11 D'autres renforcements sur aéronef peuvent aussi être mis en œuvre: on parle habituellement de contrôle autonome de l'intégrité par l'aéronef (AAIM). Par exemple, un système de navigation par inertie peut aider le GNSS durant de courtes périodes, lorsque les antennes de navigation par satellite sont masquées par l'aéronef à l'occasion de manœuvres, ou durant les périodes où le nombre de satellites en visibilité est insuffisant. Les techniques de renforcement, particulièrement utiles pour améliorer la disponibilité de la fonction navigation, comprennent aussi l'aide altimétrique, des sources d'indication de l'heure plus précises ou certaines combinaisons de données de capteur réunies à l'aide de techniques de filtrage.

Renforcements au sol

~~6.14~~ 6.12 Pour les Le systèmes de renforcement à base de stations au sol (GBAS), un moniteur est placé à l'aéroport ou à proximité de l'aéroport, prend en charge où l'on souhaite effectuer des les

approches opérations de précision, ou à proximité et peut aussi, au besoin, assurer la navigation de surface dans les régions terminales. Il comprend au moins un récepteur de référence pour surveiller les signaux satellitaires. Les signaux diffusés par le GBAS sont envoyés directement aux aéronefs qui se trouvent dans le voisinage (environ 37 km, soit 20 NM). Ces signaux fournissent des rectifications pour augmenter la précision de la position localement, ainsi que des renseignements sur l'intégrité des satellites. Cette capacité exige des liaisons de données entre surface et aéronefs l'emploi d'un canal VHF pour la diffusion des données dans le sens sol-air. Les normes relatives à un système basé au sol qui puisse assurer un service de navigation de surface dans une région plus vaste (système d'augmentation régionale basé au sol [GRAS]) sont en cours d'élaboration.

Renforcements sur satellite

6.15 6.13 Il n'est pas possible en pratique d'assurer une couverture à l'aide des systèmes au sol pour toutes les phases de vol. L'une des manières d'assurer une couverture de renforcement sur de vastes régions consiste à utiliser des satellites pour transmettre des renseignements de renforcement. C'est ce que l'on appelle le Le système de renforcement satellitaire (SBAS) assure le renforcement sur de vastes zones. Grâce à un réseau de stations de surveillance, ce système collecte des informations sur les signaux de chaque satellite de navigation et diffuse des corrections différentielles et des données d'intégrité dans une vaste zone au moyen de satellites géostationnaires.

6.16 La fourniture d'un renforcement satellitaire par des satellites géostationnaires présente certaines limites qui font que l'on ne peut en attendre, dans bien des cas, un soutien pour toutes les phases de vol, notamment pour les approches de précision et les atterrissages de plus hautes catégories. Étant donné que ces satellites évoluent sur une orbite équatoriale, leurs signaux ne seraient pas reçus dans les régions polaires et peuvent être masqués par la structure des aéronefs ou le relief. On en déduit que d'autres orbites de satellites de renforcement GNSS et/ou des renforcements au sol devront peut-être être envisagés pour combler ces failles dans certaines régions ou pour certaines opérations.

FUTURS SIGNAUX DU GNSS ET LEUR COMBINAISON

6.14 La modernisation actuelle du GPS et du GLONASS permettra d'offrir des signaux additionnels sur des fréquences protégées. La nouvelle constellation de satellites de navigation Galileo, actuellement mise au point, utilisera aussi des signaux multifréquences. L'augmentation du nombre de signaux et de constellations du GNSS présente d'importants avantages pour l'aviation civile, notamment une amélioration des performances et de la robustesse, une simplification de l'architecture des éléments terrestres du GNSS et l'atténuation des préoccupations institutionnelles. L'introduction de ces nouveaux éléments soulève aussi certaines questions techniques et institutionnelles. L'OACI fournira aux États, au fur et à mesure que ces nouveaux signaux et éléments du système seront mis au point, des directives sur la meilleure façon de combiner les signaux et les éléments et de maximiser les possibilités des capacités offertes.

AVIONIQUE

~~6.17~~ 6.15 Les récepteurs ~~GPS ou GLONASS~~ ~~simples~~ GNSS qui n'ont pas de capacité ~~RAIM~~ ABAS, SBAS ou GBAS (ou ~~d'autres formes~~ des moyens futurs de contrôle d'intégrité) ne peuvent généralement pas répondre aux besoins ~~dans toutes les phases de vol~~ de l'aviation en matière de navigation.

~~6.18~~ 6.16 Des systèmes à capteurs multiples, utilisant le GNSS comme l'un des capteurs, devraient entrer en service prochainement. Ces systèmes de navigation ~~présentent généralement de meilleurs niveaux de~~ ont des performances plus fiables que les capteurs distincts ou les systèmes autonomes. Les aéronefs qui utilisent des systèmes de navigation à capteurs multiples, ~~tels les systèmes intégrés GNSS/IRS ou GNSS/IRS/FMS~~ comme des combinaisons intégrées du GNSS, de l'IRS et du DME, peuvent être certifiés comme répondant à des niveaux de RNP bénéficier d'une disponibilité de service supérieure à celle que pourrait offrir ~~qui ne pourraient être obtenus grâce au seul emploi du le GPS ou du le GLONASS~~ seulement.

SYSTÈME DE COORDONNÉES WGS-84 ET BASES DE DONNÉES AÉRONAUTIQUES SUR LES COORDONNÉES

~~6.19~~ 6.17 Le succès de la mise en œuvre mondiale de la navigation par satellite dépend de l'existence d'une base de données de coordonnées et de procédures d'une très haute ~~qualité~~ précision et intégrité. Il n'est possible d'obtenir une navigation ~~précise~~ par satellite fiable que lorsque les coordonnées obtenues de la base de données de navigation des points de cheminement ont la qualité requise ~~obtenues du sol, les coordonnées calculées et les coordonnées obtenues du système satellitaire ont le même système de référence géodésique.~~

~~6.20~~ 6.18 Pour appuyer ~~une technologie satellitaire~~ les techniques de navigation en pleine évolution, l'OACI a adopté le WGS-84 comme système de référence géodésique commun pour l'aviation civile, en fixant au 1^{er} janvier 1998 la date d'application (Annexe 15). La mise en œuvre du WGS-84 prévoit entre autres la possibilité de convertir les coordonnées des points non essentiels (par ex., les obstacles en route) au système WGS-84 et, de préférence, l'exécution de nouveaux relevés de tous les points essentiels (par ex., les seuils de piste) qui sont nécessaires pour obtenir des coordonnées de qualité supérieure ~~l'adaptation des coordonnées et des systèmes de référence existants au WGS-84.~~

~~6.21~~ 6.19 Les bases de données aéronautiques sont établies et mises à jour en ayant recours à des enquêtes concernant les aides de navigation, les repères de position et les seuils de piste existants, et en concevant de nouvelles routes ou procédures d'approche. Des systèmes doivent être mis en place pour garantir la ~~qualité~~ (précision, l'intégrité et la résolution) des données de position depuis le moment où l'enquête est menée jusqu'au moment où les renseignements sont transmis au prochain usager visé. Les bases de données aéronautiques doivent être mises à jour sur une base régulière.

INTRODUCTION PROGRESSIVE

~~6.22~~ 6.20 La mise en œuvre du GNSS s'effectuera de façon progressive, permettant ainsi d'apporter au système des améliorations graduelles. Les applications à court terme du GNSS devraient permettre ~~l'introduction rapide de la navigation en route~~ de surface par satellite ~~sans investissements~~

d'infrastructure, en utilisant les systèmes constellations satellitaires de base existantes (GPS et GLONASS) et essentiellement des renforcements sur aéronef des systèmes embarqués de capteurs intégrés. L'emploi de ces systèmes permet déjà d'augmenter la fiabilité des approches de non-précision à certains aéroports.

6.23 6.21 Les D'autres applications à moyen terme feront appel aux systèmes existants de navigation par satellite, complétés par un moyen quelconque de à l'aide de tout renforcement ou toute une combinaison de renforcements nécessaires pour l'exploitation dans une phase particulière de vol. Les applications à long terme se feront sur les futurs GNSS.

6.24 6.22 Trois niveaux sont généralement acceptés pour l'introduction des opérations fondées sur le GNSS:

- a) — le GNSS comme moyen supplémentaire doit répondre aux exigences en matière de précision et d'intégrité pour une opération ou une phase de vol donnée, mais on admet que les exigences de disponibilité et de continuité ne soient pas respectées. D'autres systèmes de navigation servant à appuyer une opération ou une phase de vol donnée doivent se trouver à bord;
- b) — le GNSS comme moyen primaire doit répondre aux exigences en matière de précision et d'intégrité mais n'a pas besoin de répondre intégralement aux exigences de disponibilité et de continuité de service pour une opération ou une phase de vol donnée. La sécurité est assurée en limitant les opérations à des périodes spécifiques et en appliquant des restrictions appropriées en matière de procédures. D'autres systèmes de navigation peuvent se trouver à bord pour appuyer le GNSS;
- c) — le GNSS comme moyen unique doit permettre aux aéronefs de répondre, pour une opération ou une phase de vol donnée, aux quatre exigences que sont la précision, l'intégrité, la disponibilité et la continuité du service.

Les opérations basées sur le GNSS peuvent être approuvées avec diverses procédures opérationnelles selon le niveau de service du GNSS et les besoins opérationnels. Ces procédures peuvent être très spécifiques d'un type particulier d'aéronef (d'après l'équipement), du type d'opération (par ex., approche de non-précision), des caractéristiques particulières de l'opération (par ex., capacité d'effectuer des approches curvilignes) ou d'un emplacement particulier (par ex., espace aérien à faible densité de circulation). Les périodes de non-disponibilité du système doivent être gérées au moyen de NOTAM ou d'un moyen équivalent de notification des usagers. Certains États ont approuvé un emploi du GNSS où il incombe à l'usager de décider s'il y a une interruption importante du service.

SYSTÈMES VISANT À APPUYER LES OPÉRATIONS D'APPROCHE, D'ATTERRISSAGE ET DE DÉPART

Note rédactionnelle.— Le paragraphe 6.25 a été modifié et devient le paragraphe 28.

6.26 6.23 La terminologie utilisée en 6.24 s'applique à l'équipement avionique requis et à la capacité de l'aéronef de répondre aux critères de RNP sans qu'il soit fait appel, dans le cas du «moyen

unique», à d'autre dispositif de navigation de bord. Elle est aussi liée à l'opération (ou à la phase de vol) considérée. Les approbations opérationnelles sont donc délivrées aux aéronefs pour des opérations particulières; et, normalement, elles précisent les conditions ou les restrictions à respecter. À ce sujet, elles peuvent varier d'un État à un autre, et d'une opération à l'autre.

6.27 6.24 L'approbation de naviguer en utilisant le GNSS comme «moyen unique» est donc une condition nécessaire, mais insuffisante, à la cessation peut faciliter le retrait de certains des services de radionavigation terrestres actuels. Un certain nombre d'aéronefs peuvent avoir reçu une telle approbation pour des opérations ou des phases de vol données, mais le Cependant, le prestataire de services de la circulation navigation aérienne doit alors offrir un service de navigation à l'ensemble des usagers intéressés, pour toutes les phases de vol applicables, sans qu'ils aient à recourir à des moyens de navigation terrestres. Il faut donc coordonner le tout retrait des aides de navigation classiques avec l'introduction du service de navigation au GNSS. Ces considérations ne s'appliquent pas à l'espace aérien non desservi par de telles aides qui n'est pas actuellement desservi par des aides de navigation au sol classiques et où le seul GNSS peut être mis en œuvre à l'avantage des usagers dotés de l'équipement nécessaire.

6.28 6.25 Lors de l'introduction de services fondés sur le GNSS, chaque État indiquera les éléments GNSS disponibles qui doivent être approuvés (par exemple GPS, GLONASS, SBAS, GBAS et les systèmes de renforcement) et établira un plan de mise en œuvre. Aux endroits où sont déjà offerts des services VOR, DME ou ILS, par exemple, les États pourraient créditer les économies réalisées grâce à la mise hors service des aides de navigation au sol. Le coût de la mise en œuvre d'un SBAS ou d'un GBAS devrait être lié à la concrétisation d'avantages par les usagers et à une utilisation plus rationnelle de l'espace aérien découlant de la navigation de surface et de la possibilité de fixer des altitudes/hauteurs de décision plus basses pour un plus grand nombre de pistes. Aux endroits où sont déjà offerts des services VOR, DME ou ILS, par exemple, les États pourraient créditer les économies réalisées grâce à la mise hors service des aides de navigation au sol, quoique les coûts de la transition doivent être pris en compte.

6.29 6.26 Les avantages des services du GNSS comprennent l'utilisation du GPS/ABAS la prestation de services de navigation pour des les opérations en route et des jusqu'aux approches classiques (de non-précision) dans les régions où il n'y a pas de couverture assurée par des aides de navigation au sol ou où cette couverture est limitée. Dans de telles régions, le GNSS deviendrait devient le seul service de navigation dès son introduction. La possibilité d'effectuer des Les approches de précision au SBAS au GNSS avec guidage vertical vers des pistes ne permettant actuellement que des approches classiques procurera d'autres avantages sur les plans de la sécurité et de l'efficacité opérationnelle.

6.30 Le recours à des services GNSS a soulevé plusieurs préoccupations d'ordre technique, la principale étant la possibilité de brouillage intentionnel susceptible de nuire à ces services sur une assez grande étendue. Les États et les prestataires de services de navigation aérienne devraient mettre sur pied des plans pour réduire la probabilité d'un tel brouillage, en découvrir et en éliminer les sources et faire en sorte que les aéronefs puissent poursuivre leur route en sécurité durant les périodes d'interruption du signal du GNSS. Selon la densité de la circulation dans l'espace aérien considéré ainsi que le degré d'intégration et d'automatisation du système de navigation aérienne, une évaluation de la sécurité pourrait démontrer qu'il est nécessaire d'utiliser des données de navigation provenant de diverses sources indépendantes pour faire face à certaines menaces comme le brouillage intentionnel.

6.31 On s'attend à ce que les autres risques soient atténués à mesure que le GNSS évoluera vers un moyen plus complet, par exemple suite à la mise en œuvre de signaux supplémentaires pour l'aviation

~~dans les satellites GPS et GLONASS, à l'amélioration des systèmes de renforcement et à la mise sur orbite de satellites et systèmes satellitaires supplémentaires. Chaque État devra évaluer l'efficacité des techniques d'atténuation appliquées dans son espace aérien pour déterminer s'il est acceptable de s'en remettre au seul GNSS pour assurer un service de navigation.~~

ATTÉNUATION DES VULNÉRABILITÉS DU GNSS

6.27 Plusieurs vulnérabilités du GNSS ont été identifiées, notamment le risque de brouillage intentionnel, ainsi que des méthodes d'atténuation appropriées comme l'emploi de systèmes de navigation par inertie (INS), d'aides de navigation terrestres et de procédures. D'autres méthodes seront fournies lorsque les nouveaux signaux et les nouvelles constellations satellitaires du GNSS seront en place. Les États devraient évaluer la vulnérabilité du GNSS dans leur espace aérien et choisir des méthodes d'atténuation en fonction de la nature de la circulation aérienne dans cet espace aérien et des opérations qui doivent être prises en charge. L'emploi de méthodes d'atténuation adéquates assurera la sécurité des opérations pendant la transition au GNSS et permettra aux États de réduire les aides de navigation terrestres actuelles, d'éviter d'avoir à installer de nouvelles aides de navigation terrestres et de retirer les aides dans certaines régions. Jusqu'ici, on n'a relevé aucune vulnérabilité compromettant l'objectif final d'utiliser le GNSS comme système mondial pour toutes les phases du vol.

SYSTÈMES VISANT À APPUYER LES OPÉRATIONS D'APPROCHE, D'ATERRISSAGE ET DE DÉPART

6.25 6.28 Les aides non visuelles standard pour les approches de précision et les atterrissages sont définies dans l'Annexe 10, Volume I, Chapitre 2. Il est prévu que l'introduction et l'application de ces aides non visuelles se feront conformément à la stratégie mondiale énoncée dans l'Annexe 10, Volume I, Supplément B. Cette stratégie consiste à:

- a) ~~continuer d'utiliser l'ILS au plus haut niveau de service tant qu'il est acceptable pour l'exploitation et économiquement avantageux;~~
- b) ~~mettre le MLS en œuvre aux endroits où il est nécessaire pour l'exploitation et économiquement avantageux;~~
- c) ~~promouvoir l'emploi du récepteur multimode (MMR) ou d'un équivalent embarqué pour préserver l'interopérabilité;~~
- d) ~~valider l'utilisation du GNSS, renforcé selon les besoins, pour appuyer les opérations d'approche et de départ, y compris les opérations de catégorie I, et mettre le GNSS en œuvre pour ces opérations, le cas échéant;~~
- e) ~~effectuer des études pour établir si un GNSS, renforcé selon les besoins, peut être utilisé pour appuyer des opérations des catégories II et III. Dans l'affirmative, mettre le GNSS en œuvre pour ces opérations aux endroits où il est acceptable pour l'exploitation et économiquement avantageux;~~

- f) ~~faire en sorte que chaque région mette sur pied une stratégie de mise en œuvre vers les systèmes futurs, qui soit harmonisée avec la stratégie mondiale.~~

Insérer le nouveau texte de l'amendement approuvé de la stratégie figurant dans l'Annexe 10, Volume I, Supplément B (voir AN-Conf/11-WP/19)

...

QUESTIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA TRANSITION

6.32 6.29 Les lignes directrices relatives à la transition aux systèmes futurs encouragent les usagers à s'équiper de manière à profiter le plus tôt possible des avantages des systèmes. La fourniture et l'import d'équipement permettant la navigation fondée sur des aides terrestres et la navigation par satellite seront nécessaires pendant la période de transition, durant laquelle il faut établir la fiabilité et la disponibilité de tout nouveau système. L'Appendice A au présent chapitre énumère les lignes directrices que les États, les régions, les usagers, les prestataires de services et les fabricants devraient suivre lors de l'élaboration du GNSS ou de la planification de sa mise en œuvre.

APPENDICE A AU CHAPITRE 6

LIGNES DIRECTRICES RELATIVES À LA TRANSITION AUX SYSTÈMES DE NAVIGATION

- Le GNSS devrait être introduit de façon graduelle, ~~en procurant des~~ pour que les améliorations apportées à ce système procurent des avantages croissants ~~correspondant aux améliorations du service de navigation. Ces avantages devraient aboutir à l'exploitation du GNSS comme moyen unique~~ et qu'elles conduisent à l'utilisation du GNSS dans toutes les phases du vol. La planification du retrait des aides de navigation au sol au fur et à mesure que le GNSS évolue doit tenir compte des points indiqués ci-après.
- L'infrastructure sol des systèmes actuels de navigation doit demeurer disponible durant la période de transition.
- Les États et les régions ~~devraient~~ peuvent envisager de distinguer le trafic selon la capacité de navigation et de prévoir des routes préférentielles pour les aéronefs qui ont de meilleures performances de navigation ~~là où cela est possible sans réduire la capacité de l'espace aérien.~~
- Avant le retrait d'une infrastructure au sol quelconque, un délai de transition raisonnable doit être accordé aux usagers afin de leur permettre d'installer l'équipement GNSS nécessaire pour obtenir un niveau de service de navigation équivalent.
- Comme le GNSS est introduit pour les opérations en route, les États et les régions devraient prévoir une coordination pour veiller à ce que ~~les~~ des normes et ~~des~~ procédures de séparation

harmonisées soient élaborées et introduites simultanément dans toutes les FIR par lesquelles passe le trafic principal ~~pour~~ afin que la transition à la navigation au GNSS se fasse sans discontinuité ~~les aéronefs dotés de l'équipement approprié soient introduites simultanément dans chacune des FIR par lesquelles passe le trafic principal.~~

- Dans la planification de la transition au GNSS, il faut tenir compte des éléments suivants:
 - a) calendrier de fourniture ou d'adoption d'un service GNSS, y compris les processus d'approbation des aéronefs et d'agrément des exploitants;
 - b) étendue des services existants de radionavigation fondés sur des aides au sol;
 - c) stratégie pour le programme de transition à la capacité GNSS (c.-à-d. fondée sur les avantages ou obligatoire);
 - d) niveau approprié d'équipement d'utilisateur avec capacité GNSS;
 - e) fourniture d'autres services de la circulation aérienne (c.-à-d. surveillance et communications);
 - f) densité de la circulation/fréquence des vols;
 - g) atténuation des risques liés au brouillage des radiofréquences.

...

Chapitre 12 ORGANISATION ET COOPÉRATION INTERNATIONALE

...

Système mondial de navigation par satellite (GNSS)

12.11 Le GNSS sera au début constitué des systèmes par satellite qui fournissent le service de localisation standard et le renforcement des systèmes, qui peut être à couverture étendue ou à couverture locale. Le renforcement des systèmes est nécessaire pour satisfaire à certains critères de performance. Les signaux de localisation sont offerts gratuitement par les deux États fournisseurs: la Fédération de Russie (système GLONASS) au moins jusqu'en 2010 et les États-Unis (système GPS) pour l'avenir prévisible, tout changement de politique étant soumis dans ce deuxième cas à un préavis de six ans. Ces deux systèmes sont au départ des systèmes militaires mis à la disposition de la communauté civile. ~~Jusqu'à ce~~ ~~À moins~~ qu'ils soient remplacés par des systèmes (civils) qui exigent des engagements financiers de la communauté civile à l'échelle mondiale, la fourniture (par opposition à l'utilisation) du service de localisation standard ne semble pas dépendre de questions organisationnelles qui doivent être traitées par des États autres que les ~~deux~~ États fournisseurs. La constellation satellitaire de base Galileo, actuellement mise au point par les États membres de l'Union européenne, est un système qui sera géré et exploité par des civils et qui est conçu pour répondre aux besoins de divers usagers, notamment ceux de l'aviation

civile. Comme le GPS et le GLONASS, Galileo assurera à l'aviation un service de localisation sans redevances d'usage.

12.12 Le renforcement des systèmes donne lieu à des considérations quelque peu différentes. Par exemple, ~~un renforcement à couverture étendue~~ le SBAS pourrait être fourni par les mêmes États ou organismes qui exploitent une constellation ~~de satellites~~ satellitaire de base fournissant le service de localisation standard. Un groupe d'États ou une organisation régionale pourrait aussi décider d'exploiter le service de renforcement nécessaire, soit directement, soit en confiant cette tâche à une société commerciale ou publique qui agirait en son nom. Les types d'options décrits en 12.8 s'appliquent donc aussi. Dans chacun de ces cas, il y aurait des dépenses qu'il faudrait vraisemblablement récupérer. Du point de vue organisationnel, pareil renforcement serait en fait une installation ou un service multinational auquel les éléments indicatifs sur la fourniture et le fonctionnement des installations et services multinationaux, traités plus loin dans le présent chapitre, pourraient s'appliquer si le renforcement en question était destiné uniquement ou principalement à l'aviation civile. Par ailleurs, si l'aviation civile n'est qu'un usager minoritaire des services de renforcement fournis, et si le même organisme offre des services de renforcement dans le monde entier, la meilleure solution serait peut-être que l'aviation civile soit représentée dans ses relations avec le fournisseur de services par un porte-parole unique, qui pourrait être l'OACI, une association régionale de fournisseurs de services de navigation aérienne ou une association d'usagers de l'aviation internationale.

12.13 Un renforcement à couverture locale ne nécessiterait probablement pas de participation internationale, à condition que l'installation soit conforme aux spécifications et aux normes voulues pour être considérée comme une installation de l'aviation civile internationale. L'installation proprement dite pourrait être fournie par un gouvernement, par une administration locale ou par une société commerciale, en vertu d'un contrat.

12.14 Pour tirer parti des avantages du GNSS, il est essentiel de mettre en œuvre la RNAV et il faudra, pour cela, harmoniser la mise en œuvre de la RNP et de la RNAV.

...

— FIN —