

**Réunion d'experts sur la mise en oeuvre du
système mondial de navigation par satellite (GNSS)
dans les Etats de l'Afrique centrale**

(Libreville, Gabon, 10 – 12 février 2004)

R A P P O R T

Février 2004

TABLE DES MATIERES

	Page
Introduction	2
Objectifs de la réunion	2
Participation	2
Conduite de la réunion	2
Ordre du jour	4
Résumé de la réunion	6
Rapport sur le point 1 de l'ordre du jour	6
Rapport sur le point 2 de l'ordre du jour	7
Rapport sur le point 3 de l'ordre du jour	9
Rapport sur le point 4 de l'ordre du jour	10
Rapport sur le point 5 de l'ordre du jour	10
APPENDICES	
A. Liste des participants	13
B. Création d'une équipe de mise en œuvre du GNSS –	
Domaines d'intérêt (B1) et activités-clés (B2)	14
C. Projet de réglementation/circulaire d'information aéronautique relative à l'emport et l'utilisation du GPS en régime de vol aux instruments (IFR)	16
D. Projet de réglementation/circulaire d'information aéronautique relative à l'emport et l'utilisation du GPS en régime de vol à vue (VFR)	24
E. Projet de circulaire d'information aéronautique relative l'emport et l'utilisation de récepteurs GPS portables	32

Introduction

1. La réunion sur la mise en œuvre du GNSS en Afrique centrale s'est tenue à l'Hôtel Méridien RE-NDAMA de Libreville (Gabon), du 10 au 12 février 2004, à l'aimable invitation du Secrétariat Général à l'Aviation Civile et Commerciale (SGACC) de la République Gabonaise.

Objectifs de la réunion

2. Les principaux objectifs de la réunion étaient de :

- mettre à niveau l'information des personnels aéronautiques sur l'état de développement du système mondial de navigation par satellite (GNSS), et les avantages techniques, opérationnels et économiques qu'il est possible d'en tirer à court et moyen termes,
- sensibiliser les autorités aéronautiques, les fournisseurs des services de navigation aérienne et les usagers sur leurs rôles respectifs dans la mise en œuvre du GNSS,
- convenir d'un plan d'action pour l'introduction des opérations aériennes fondées sur le GNSS, et
- élaborer des projets de textes réglementaires et de circulaires d'informations aéronautiques pour circonscrire les opérations GNSS, conformément à :
 - la *Recommandation 10/5 – Mise en œuvre du GNSS*, de la septième réunion régionale de navigation aérienne Afrique-Océan indien (AFI/7, Abuja, Nigeria, 12-23 mai 1997), et à
 - la *Conclusion 14/49 – Réglementation du GNSS*, de la quatorzième réunion du Groupe régional de planification et de mise en œuvre (APIRG/14, Yaoundé, Cameroun, 23-27 juin 2003).

Participation

3. La réunion a enregistré la participation d'une vingtaine de personnes provenant du Ministère des Transports et de l'Aviation Civile, du Secrétariat Général à l'Aviation Civile et Commerciale (SGACC), de la Direction Générale et de la Représentation au Gabon de l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), ainsi que des compagnies aériennes (Air Service Gabon, DHL Aviation, Gabon Express et Serdim Technologies Coproration). La liste des participants figure en **Appendice A** au présent rapport.

Conduite de la réunion

4. M. Jean – Pierre Obiang – Zuè – Beyeme, Secrétaire Général à l'Aviation Civile et Commerciale (SGACC) du Gabon a présidé aux travaux de la réunion. Il était assisté de Messieurs :

- Prosper Zo'o Minto'o, Expert Technique Régional Communications, Navigation et Surveillance (CNS) du Bureau de l'OACI pour l'Afrique occidentale et centrale,
- Théodore – Marie Fokoua, Chef de Département Navigation Aérienne à la Direction Générale de l'ASECNA et membre du Groupe d'Experts de l'OACI sur le GNSS,
- Joseph Ngoupou, Chef du Bureau Procédures Opérationnelles à la Direction Générale de l'ASECNA.

Langue de travail

5. Les travaux se sont déroulés en français et toute la documentation de la réunion était disponible dans cette langue.

Ouverture de la réunion

6. M. Jean – Pierre Obiang-Zuè-Beyeme a procédé à l'ouverture de la réunion. Dans son adresse, il a notamment rappelé les principaux avantages inhérents à la navigation par satellite, à savoir :

- l'amélioration sensible de la sécurité en réduisant les dangers liés à l'incertitude de la position et en augmentant la précision du guidage des aéronefs,
- une plus grande souplesse et efficacité des opérations aériennes en réduisant le temps de vol et le carburant nécessaire,
- la réduction du coût de la fourniture des services, et
- la possibilité de réduire progressivement les moyens de navigation basés au sol.

M. Obiang-Zuè-Beyeme a également indiqué que son Administration souscrivait à la stratégie régionale d'introduction du GNSS adoptée par Groupe APIRG qui a été reprise à son compte par la Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC), et à l'approche coopérative préconisée par l'OACI dans ce domaine. Il a aussi rappelé les objectifs de la réunion énumérés au paragraphe 2 ci-dessus.

Ordre du jour de la réunion

7. L'ordre du jour adopté par la réunion comportait les points suivants:

Point 1 de l'ordre du jour : INTRODUCTION AU GNSS

- Systèmes de navigation actuels et leurs limitations
- GNSS : description du système, avantages, limitations
- Systèmes de renforcement du GNSS et avionique associée
- Exploitation du GNSS

Point 2 de l'ordre du jour : LE GNSS DANS LA REGION AFRIQUE - OCÉAN INDIEN (AFI)

- La stratégie GNSS de la Région Afrique – Océan Indien (AFI)
- Etat de mise en œuvre dans la Région Afrique – Océan Indien (AFI)
- Les activités GNSS à l'ASECNA

Point 3 de l'ordre du jour : ASPECTS GENERAUX DE LA MISE EN ŒUVRE DU GNSS

- Planification et organisation
- Développement des procédures
- Considérations relatives à la gestion de l'espace aérien et du trafic aérien
- Considérations relatives à la formation des personnels
- Service d'Information Aéronautique
- Certification et approbation de l'exploitation
- Interférences

- Planification de la transition

Point 4 de l'ordre du jour : ASPECTS INSTITUTIONNELS DU GNSS

- La réglementation
- Le rôle de l'autorité de l'aviation civile
- Les fournisseurs de services
- Les usagers
- Création d'une équipe de mise en œuvre du GNSS
- La coopération sous-régionale

Point 5 de l'ordre du jour : PLAN D'ACTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU GNSS

- Projet de réglementation nationale pour l'emport et l'utilisation du GPS et calendrier de publication de l'information aéronautique correspondante.

RESUME DE LA REUNION

Point 1 de l'ordre du jour

Généralités sur le GNSS

1.1 Les participants ont eu des présentations audio-visuelles de l'ASECNA et de l'OACI sur les systèmes de navigation actuels et leurs limitations, les principes et éléments constitutifs du GNSS de base, les avantages et limitations connexes, les critères de performance, les systèmes de renforcement à bord (ABAS¹), basé au sol (GBAS²), basé sur satellite (SBAS³), et l'exploitation du GNSS pour les opérations aériennes en route, en zone terminale, en approche et à l'atterrissage.

1.2 Le GNSS est un système mondial de détermination de la position et de l'heure, qui se compose d'une ou plusieurs de constellations de satellites de base, de récepteurs embarqués pourvus 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 qualité de navigation requise (RNP) pour la phase effective d'exploitation.

1.3 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.

1.4 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. Le secteur spatial GPS nominal est composé de 24 satellites sur six plans d'orbite. Les satellites évoluent sur des orbites quasi circulaires à 20200 km (10 900 NM), inclinées à 55° par rapport à l'équateur, et chaque satellite effectue une révolution en 12 heures approximativement. Le secteur spatial GLONASS nominal comporte 24 satellites opérationnels et plusieurs autres de rechange. Les satellites GLONASS évoluent à une altitude de 19100 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°.

1.5 Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) devrait être 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).

1.6 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.

1 ABAS : Système de renforcement embarqué

2 GBAS : Système de renforcement basé au sol

3 SBAS : Système de renforcement basé sur satellite

1.7 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 constitué par les constellations satellitaires de base et leurs renforcements appropriés spécifiés dans l'Annexe 10 assurent dans l'ensemble du monde un service de navigation de haute intégrité, de haute précision et en tous temps.

Avionique

1.8 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.

1.9 Les récepteurs GPS ou GLONASS simples GNSS qui n'ont pas de capacité de contrôle d'intégrité ne peuvent généralement pas répondre aux besoins dans toutes les phases de vol de l'aviation en matière de navigation.

1.9 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 performances et sont 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/IRS⁴ ou GNSS/IRS/FMS⁵ comme des combinaisons intégrées du GNSS, de l'IRS et du DME⁶, peuvent être certifiés comme répondant à des niveaux de RNP et bénéficier d'une disponibilité de service supérieure à celle qui pourrait être obtenue grâce au seul emploi du GPS ou du GLONASS uniquement.

1.10 Lors de l'introduction de services fondés sur le GNSS, chaque État indiquera les éléments GNSS disponibles qui doivent être approuvés et établira un plan de mise en œuvre.

Point 2 de l'ordre du jour

Stratégie régionale pour l'introduction du GNSS

2.1 Les participants ont eu droit à une présentation audio-visuelle de l'ASECNA sur la stratégie d'introduction du GNSS dans la Région Afrique-Océan indien (AFI) adoptée par le Groupe régional de planification et de mise en œuvre (APIRG) de l'OACI, et l'état de mise en œuvre de cette stratégie en trois phases, dont la première – en cours d'exécution dans la Région – vise la validation des performances des signaux du GNSS en termes de disponibilité, de précision, d'intégrité et de continuité de service, et le développement d'un système pré-opérationnel.

4 IRS : Système à référence inertielle.

5 FMS : Système de gestion de vol

6 DME : Equipement de mesure de distance

Etat de la mise en œuvre

Système géodésique mondial 1984 (WGS-84)

2.2 Les participants ont noté que l'ASECNA avait réalisé, depuis 1998, une campagne de mise en œuvre du système géodésique mondial - 1984 (WGS-84⁷) pour les coordonnées des points importants de navigation aérienne des principaux aéroports de ses Etats membres. Une deuxième campagne de mise en œuvre du WGS-84 est en cours de réalisation cette année 2004. Les travaux à réaliser concernent notamment :

- une campagne de mesures de contrôle qualité et de maintenance de l'infrastructure WGS-84 sur les aéroports principaux où des mesures ont déjà été effectuées. Il s'agit d'interventions ponctuelles visant la restauration de points abîmés ou détruits, les modifications ou ajouts d'obstacles, d'installations de navigation aérienne ou météorologiques et la prise en compte de travaux sur les chaussées aéronautiques ;
- une campagne de mesures WGS-84 sur des aéroports supplémentaires que les Etats se proposent de confier en gestion à l'ASECNA, et qui n'ont pas été couverts lors de la première campagne WGS-84 ; et
- une campagne de mesures WGS-84 sur les autres aéroports IFR/VFR fréquentés par un trafic régulier et/ou dotés d'aides à la navigation aérienne.

2.3 Les aéroports de l'ASECNA sont mis en réseau pour améliorer la précision recommandée par l'OACI et permettre des approches avec guidage vertical en cours de mise en œuvre au niveau international.

Essais et démonstrations en exploitation

2.4 L'ASECNA a conduit en 2003 des essais de validation du GNSS qui se sont révélés satisfaisants dans la zone de l'Afrique centrale. Des procédures GNSS ont déjà été élaborées et mises en service à titre expérimental dans certains Etats pour les phases d'exploitation en route, en zone terminale et en approche avec guidage vertical (APV⁸). De plus, sous réserve de la mise en œuvre du système géodésique mondial 1984 (WGS-84) pour les coordonnées des points significatifs de navigation aérienne, de telles procédures pourront être conçues pour tous les espaces aériens et tous les aéroports sans qu'il soit nécessaire d'y déployer une infrastructure particulière.

Nécessité d'un cadre réglementaire

2.4 Les exploitants ont indiqué qu'ils utilisaient déjà le système mondial de localisation (GPS), par défaut d'une couverture suffisante en aides de radionavigation en termes de densité et de disponibilité, et qu'ils avaient conçu leurs procédures GPS. Bon nombre d'entre eux n'étaient manifestement informés des risques inhérents à une telle pratique en l'absence d'un cadre réglementaire formel. La réunion est donc convenue de la nécessité de mettre en place de toute urgence un cadre réglementaire régissant l'utilisation du GNSS, dans l'intérêt de la sécurité.

7 WGS-84 : Système géodésique mondial - 1984

8 APV : Approche avec guidage vertical

Point 3 de l'ordre du jour

Aspects techniques et opérationnels

3.1 La réunion a eu droit à une présentation audio-visuelle de l'ASECNA basée sur les éléments indicatifs de la Circulaire 267 de l'OACI pour l'introduction et l'emploi opérationnel du GNSS, et les amendements subséquents contenus dans le manuel GNSS de l'OACI, chapitre 5 dont un exemplaire a été distribué à chaque participant. La présentation a notamment mis l'accent sur les aspects relatifs à la planification et à la mise en œuvre du GNSS, à la certification et à l'approbation des éléments du GNSS, à l'élaboration et l'homologation des procédures d'exploitation, à la publication de l'information aéronautique⁹ et aux facteurs humains.

3.2 La réunion a souligné la responsabilité des Etats dans la mise en application des procédures fondées sur les moyens de radionavigation classiques ou sur le GNSS, lesquelles ne sont appliquées effectivement en exploitation qu'après leur mise en vigueur par les Etats et dans la mesure où elles ont été mises en vigueur par les Etats.

Interférences

3.3 Les participants ont aussi eu une présentation audio-visuelle de l'OACI sur les vulnérabilités des signaux du GNSS nécessitant une protection du spectre de radiofréquences disponible et une politique de détection des sources de brouillage et de traitement des cas de brouillage constatés, en étroite relation avec les autorités de régulation des télécommunications.

Evolutions

3.4 La réunion a noté que le futur GNSS sera constitué de plusieurs constellations et offrira plusieurs signaux multi-fréquences provenant des constellations de base GPS, GLONASS et GALILEO (constellation en cours de mise 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. 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 du service de radionavigation aéronautique. Le système GALILEO comprendra une autre constellation de satellites de navigation avec des signaux multi-fréquences pour l'aviation civile.

⁹ Un modèle de circulaire d'information a été présenté de manière détaillée.

Point 4 de l'ordre du jour

Aspects institutionnels – Rôle des acteurs

4.1 Les aspects institutionnels du GNSS ont été présentés succinctement, et ont été suivis d'une description des rôles des différents acteurs : autorités de l'aviation civile, fournisseurs des services de navigation aérienne, usagers.

Equipe de mise en œuvre du GNSS

4.2 Des échanges de vues ont également eu lieu sur la *nécessite de créer une équipe de mise en œuvre du GNSS regroupant tous les services* ou personnes qui :

- ont un intérêt dans le programme de mise en œuvre,
- subiront les conséquences des résultats éventuels,
- auront la responsabilité d'engager des ressources dans la réalisation de la mise en œuvre, ou
- ont l'autorité et la responsabilité d'assurer la réalisation de l'ensemble ou d'une partie du programme, et possèdent les ressources nécessaires.

4.3 Il est noté qu'une telle équipe devrait s'occuper des aspects opérations, normes de navigabilité, normes aéronautiques, contrôle de la circulation aérienne, ingénierie des systèmes, exploitation technique, formation, etc., et regrouper des personnes responsables dans ces domaines, y compris des représentants des compagnies aériennes et d'autres groupes d'utilisateurs (aviation générale et d'affaires, aviation commerciale, armée).

4.4 L'équipe de mise en œuvre du GNSS sera particulièrement chargée de définir et d'animer l'exécution d'un plan d'action à soumettre à l'approbation des autorités nationales. Les domaines d'intérêt et les activités-clés de l'équipe de mise en œuvre du GNSS figurent à titre indicatif en **Appendices B1** et **B2** au présent rapport.

Coopération régionale

4.5 La réunion a reconnu la nécessité d'un plan d'harmonisation du cadre réglementaire et de mise en œuvre du GNSS à l'échelle régionale, et a noté que *l'ASECNA, la CEMAC, voire le NEPAD, pourront constituer des cadres de référence* pour une telle approche coopérative, en parfaite harmonie avec les recommandations de l'OACI.

Point 5 de l'ordre du jour

Projets de textes réglementaires – Circulaires d'information aéronautique

5.1 La réunion a consacré ce point à l'examen détaillé de trois (3) projets de textes préparés par l'ASECNA, portant sur les *conditions d'emport et d'utilisation du système mondial de localisation (GPS) en régime de vol aux instruments (IFR) et en régime de vol à vue (VFR), en mode autonome ou en environnement à capteurs multiples, et sur l'utilisation de récepteurs GPS portables.*

5.2 L'objet de ces textes dont la publication est recommandée à brève échéance sous forme de circulaires d'information aéronautique (avant la fin du premier trimestre 2004) est de circonscrire les opérations GNSS dans

un cadre réglementaire formel, en permettant aux exploitants d'aéronefs de tirer rapidement profit des avantages de la navigation par satellite en toute sécurité.

5.3 Les projets de textes adoptés par la réunion se trouvent en **Appendices C, D et E** au présent rapport.

Harmonisation/Coordination

5.4 Il a été convenu que ces projets de textes seront communiqués à d'autres Etats de la sous-région Afrique centrale, aux fins d'harmonisation et de coordination, et pour accélérer la mise en œuvre de la *Recommandation 10/5 – Mise en œuvre du GNSS* de la septième réunion régionale de navigation aérienne (AFI/7) de mai 1997 et la *Conclusion 14/49 – Réglementation GNSS* de la quatorzième réunion du Groupe APIRG de juin 2003.

APPENDICES

LISTE DES PARTICIPANTS ENREGISTRES

Ministère des Transports et de l'Aviation Civile

1. Mme Solange Bemengue Conseiller aéronautique du Ministre d'Etat, Ministre des Transports et de l'Aviation Civile

Secrétariat Général à l'Aviation Civile et Commerciale

2. M. Jean Pierre Obiang-Zuè-Beyeme Secrétaire Général
 3. M. Camille Makoumbou Directeur de la Navigation Aérienne
 4. M. Laurent Abessolo Mvé Chef de Service Circulation Aérienne et Contrôle Technique
 5. M. Sylvain Mbagui Chef de Service Réglementation
 6. M. Mombo Boutamba Chef de Service Opérations Aériennes
 7. M. Bernard Ndoutoumou Ingénieur Aviation Civile

Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA)□ **Direction Générale**

8. M. Théodore – Marie Fokoua Chef de Département Navigation Aérienne
 9. M. Joseph Ngoupou Chef de Bureau Procédures Opérationnelles

□ **Représentation auprès de la République Gabonaise**

10. M. Pascal Oyougou Représentant
 11. M. Charles Bomba Chef de Service Infrastructure Génie Civil
 12. M. Claire Josette Obame – Edou Chef de Service Exploitation de la Navigation Aérienne

Air Service Gabon

13. M. Christian Saboga Chef Pilote Adjoint

DHL Aviation

14. M. Steve Bachon Responsable de la Sécurité des vols

Gabon Express

15. M. Taty Chef Pilote

Serdim Technologies Coporation

16. M. Imad Hamad Président – Directeur Général

Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) - Bureau Afrique occidentale et centrale

17. M. Prosper Zo'o – Minto'o Expert Technique Régional, Systèmes de Communications, Navigation et Surveillance aéronautiques

Création d'une équipe de mise en œuvre du GNSS - Domaines d'intérêt

<p>1. Opérations</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Personnes responsables des approbations opérationnelles, de la formation des pilotes et des procédures de vol
<p>2. Normes de navigabilité</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Personnes responsables de l'approbation de l'avionique et des installations ;
<p>3. Normes aéronautiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Personnes responsables de l'élaboration des procédures d'approche aux instruments • Personnes responsables de l'élaboration des critères de franchissement des obstacles, etc.
<p>4. Contrôle de la circulation aérienne</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Personnes responsables de l'élaboration des procédures de contrôle • Personnes responsables de la formation des contrôleurs
<p>5. Ingénierie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ingénieurs responsables de la conception des systèmes et de l'équipement
<p>6. Représentants des compagnies aériennes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Personnel technique d'exploitation et personnes chargées de la formation des membres de l'équipage de conduite
<p>7. Autres groupes d'utilisateurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Représentants de l'aviation générale et d'affaires, de l'aviation commerciale, ainsi que d'autres modes de transport qui peuvent avoir recours au GNSS
<p>8. Autres représentants</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Topographes • Cartographes aéronautiques • Autres représentants étrangers de l'aviation civile ou représentants officiels de l'OACI participant au processus ou assistant aux réunions à des fins éducatives • Consultants privés
<p>9. Représentants de l'armée de l'air</p>	

Liste de contrôle de la mise en œuvre du GNSS (en route, approches de non-précision)

Activités – clés	Intervenants	Echéance de mise en œuvre
<input type="checkbox"/> Décision de mettre en œuvre le GNSS	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Usagers	Décision déjà prise à l'échelle mondiale et à l'échelle régionale
<input type="checkbox"/> Création d'une équipe technique de mise en œuvre	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Usagers	2004
<input type="checkbox"/> Définition des procédures de contrôle de la circulation aérienne et élaboration des procédures fondées sur le GNSS	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA	2003 – 2005
<input type="checkbox"/> Mise en œuvre et publication des coordonnées aéronautiques en WGS-84 (campagnes complémentaires)	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA	2004 – 2005
<input type="checkbox"/> Création d'une base de données GNSS	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Fournisseurs de systèmes GNSS <input type="checkbox"/> Usagers	2005
<input type="checkbox"/> Définition des critères de certification et d'approbation des récepteurs et publication d'informations aéronautiques	<input type="checkbox"/> Etat	2004 (premier trimestre)
<input type="checkbox"/> Installation des récepteurs	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Usagers	Selon les besoins
<input type="checkbox"/> Essais et démonstrations en exploitation	<input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Usagers	2003-2005
<input type="checkbox"/> Formation du personnel de l'aviation civile chargé de la réglementation, la certification et l'approbation du GNSS	<input type="checkbox"/> Etat	2004-2005
<input type="checkbox"/> Formation du personnel de contrôle de la circulation aérienne	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA	2003 – 2005
<input type="checkbox"/> Formation des pilotes et des exploitants	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Usagers	2004 – 2005
<input type="checkbox"/> Recours à l'avis de l'OACI	<input type="checkbox"/>	Selon les besoins
<input type="checkbox"/> Information aéronautique sur le GNSS	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Usagers	Continue
<input type="checkbox"/> Surveillance de l'état de santé du GNSS et gestion de la sécurité	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Fournisseurs de systèmes GNSS <input type="checkbox"/> Usagers	Continue
<input type="checkbox"/> Suivi de l'évolution du GNSS	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Fournisseurs de systèmes GNSS <input type="checkbox"/> Usagers	Continue
<input type="checkbox"/> Coordination régionale – Coopération	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> OACI	Continue
<input type="checkbox"/> Recherche de financement	<input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Fournisseurs des services NA <input type="checkbox"/> Usagers	Selon les besoins

PROJET DE REGLEMENTATION/CIRCULAIRE D'INFORMATION RELATIVE A L'EMPORT ET A L'UTILISATION DU GPS EN REGIME DE VOL AUX INSTRUMENTS (IFR)**1. INTRODUCTION**

1.1. Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) est un système de détermination de la position et de l'heure, qui se compose d'une ou plusieurs de constellations de satellites 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 renforcées selon les besoins afin d'appuyer la qualité de navigation requise (RNP) pour la phase effective d'exploitation.

1.2. 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.

1.3. 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.

1.4. Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) devrait être 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 interoperables ou en mettant en œuvre des systèmes de renforcement (systèmes de renforcement satellitaires ou de renforcement au sol).

1.5. 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 interoperables.

1.6. 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 Les constellations satellitaires de base et leurs renforcements appropriés spécifiées dans l'Annexe 10 assurera assurent 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.

1.7. 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.

Avionique

1.8. Les récepteurs GPS ou GLONASS simples GNSS qui n'ont pas de capacité de contrôle d'intégrité ne peuvent généralement pas répondre aux besoins dans toutes les phases de vol de l'aviation en matière de navigation.

1.9 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 performances sont 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 et bénéficier d'une disponibilité de service supérieure à celle qui pourrait être obtenue grâce au seul emploi du GPS ou du GLONASS uniquement.

1.10 Lors de l'introduction de services fondés sur le GNSS, chaque État indique les éléments GNSS disponibles qui doivent être approuvés (par exemple GPS, GLONASS, SBAS, GBAS et les systèmes de renforcement) et établit un plan de mise en œuvre.

1.11 La Région Afrique – Océan indien (AFI) de l'OACI a adopté une stratégie commune pour l'introduction des applications du GNSS, dont la première phase prévoit l'utilisation des constellations de satellites existantes et de leurs systèmes de renforcements afin d'en augmenter la disponibilité, l'intégrité et la précision. Dans une deuxième phase, le GNSS deviendra un système civil de navigation par satellite et pourra être considéré comme service unique de navigation pour toutes les phases de vol.

1.12 La présente réglementation/circulaire d'information définit les conditions d'emport et d'utilisation du GPS applicables aux vols effectués selon les règles de vol aux instruments (IFR) à l'intérieur de l'espace aérien du ... (Etat)...

1.13 Ces conditions d'utilisation du GPS couvrent les phases de vol en route, en zone terminale et les approches de non – précision.

1.14 L'Autorité aéronautique ne peut garantir la pérennité du GPS qui dépend, pour l'instant, du seul bon vouloir de l'administration américaine.

2. PRESENTATION DU SYSTEME DE NAVIGATION PAR SATELLITE - GPS

2.1. Description du système

2.1.1 Le système GPS est basé sur une constellation nominale de vingt-quatre (24) satellites en orbite à 20200 km au-dessus de la surface terrestre. Chaque satellite diffuse des informations permettant de :

- déterminer la distance entre le satellite et le récepteur par mesure du temps de propagation du signal, et
- connaître les orbites précises et l'Etat de chacun des satellites de la constellation.

2.1.2 A partir de ces informations, le récepteur GPS peut calculer sa position et fournir l'heure. Trois satellites présentant une géométrie et un angle d'élévation suffisants par rapport au récepteur GPS sont nécessaires pour calculer une position en deux dimensions, latitude et longitude, lorsque l'altitude est connue du récepteur (cas des bateaux ou des véhicules terrestres). Dans le cas des aéronefs, quatre satellites sont nécessaires pour calculer une position en trois dimensions (latitude, longitude, altitude). Lorsque trois satellites seulement sont disponibles, la position exprimée sous forme de coordonnées géographiques peut être déterminée en prenant en compte l'altitude de l'aéronef introduite manuellement par le pilote.

2.1.3 Les coordonnées géographiques sont calculées par référence au système géodésique mondial de 1984 (WGS-84). Ce système de coordonnées a pour origine le centre de gravité de la terre dont la surface est définie comme un ellipsoïde. Le WGS84 est devenu un système normalisé par l'OACI à l'échelle mondiale depuis 1998.

2.1.4 Afin de se conformer à cette disposition, les coordonnées des points importants de navigation aérienne exprimées dans le système WGS-84 ont été mises en œuvre depuis septembre 1999 sur les principaux aérodromes et dans les espaces aériens gérés par l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA).

2.2. Précision du système

2.2.1 La précision exprime le degré de conformité entre la position et le temps donné par le système, d'une part, et la position et le temps réels, d'autre part.

2.2.2 Les Etats Unis d'Amérique ont offert le service de positionnement standard (SPS) du GPS pour répondre aux besoins de l'aviation civile mondiale et le Conseil de l'OACI a accepté cette offre. Le SPS du GPS qui utilise un code d'acquisition approximatif (C/A) sur la fréquence dite « L1 » (1575,42 MHz) est conçu pour fournir une position précise aux usagers civils partout dans le monde. Le service de localisation précis (PPS), qui utilise le code précis (Code P) sur une deuxième fréquence L2 (1227,6 MHz), est conçu pour offrir un service de localisation plus précis, mais dont l'usage public n'a pas été autorisé.

2.2.3 Des renseignements détaillés sur le GPS et son service de positionnement standard peuvent être obtenus en consultant le site Internet <http://www.navcen.uscg.gov>.

Précision horizontale du GPS	Précision verticale du GPS
<ul style="list-style-type: none">• H=13 m, moyenne mondiale, 95% du temps• H=36 m, pire emplacement, 95% du temps	<ul style="list-style-type: none">• V=22 m, moyenne mondiale, 98% du temps• V=77 m, pire emplacement, 95% du temps
<ul style="list-style-type: none">• <i>Les erreurs de transfert de temps induites par le système de localisation standard du GPS n'excèdent pas 40 nanosecondes 95% du temps.</i>	

2.3. Intégrité

2.3.1 L'intégrité est la capacité du système à fournir une alarme au pilote lorsque le système de navigation ne peut être utilisé avec la précision requise. Par exemple, les VOR sont surveillés au sol de façon permanente et cessent automatiquement d'émettre dès que la précision requise n'est plus fournie.

2.3.2 Le système GPS de base n'ayant pas été conçu initialement pour un usage par l'aviation civile, il ne dispose pas d'un système de contrôle de l'intégrité compatible avec les besoins aéronautiques. En conséquence un ou plusieurs satellites peuvent transmettre un signal erroné pendant une durée significative pouvant parfois dépasser 45 minutes. Dans ce cas, l'indication de position peut être fautive sans que l'utilisateur en soit averti et la valeur de l'erreur peut atteindre plusieurs dizaines de milles nautiques.

2.3.3 La détermination de l'intégrité du signal doit être effectuée à bord de l'aéronef :

- de manière autonome par le récepteur GPS (RAIM),
- par comparaison avec d'autres systèmes de navigation,
- par le pilote en contrôlant sa navigation par repérage au sol.
- par des systèmes de renforcement basés sur les satellites (SBAS) ou basés au sol (GBAS)

2.4 Disponibilité

2.4.1 La disponibilité d'un système de navigation est le pourcentage du temps pendant lequel les services du système sont utilisables.

2.4.2 La disponibilité du service de localisation standard du GPS est supérieure ou égale à 99% pour l'emplacement moyen, et supérieure ou égale à 90% pour le pire emplacement. La disponibilité de la fonction de surveillance du RAIM (5 satellites visibles au minimum) est nettement inférieure à 100% avec une constellation de 24 satellites.

2.4.3 Il en résulte que l'intégrité de l'information de position fournie par un récepteur GPS utilisant le RAIM n'est pas assurée de façon permanente.

3. HOMOLOGATION DES RECEPTEURS ET CERTIFICATION

3.1 Tout équipement radioélectrique de bord doit avoir reçu une autorisation avant d'être installé sur un aéronef immatriculé au registre national.

3.2 Pour que la navigabilité de l'aéronef soit assurée, il est nécessaire que l'aéronef soit certifié et que toutes les modifications soient approuvées.

3.3 L'installation d'un GPS solidaire de l'aéronef doit être approuvée par les services officiels compétents :

a) Les équipements GPS devront être homologués et installés conformément à des conditions techniques fixées par les autorités compétentes.

b) Son installation doit être approuvée selon les procédures d'approbation des modifications sur la base des règlements de certification applicables ci-après, établis par l'Administration fédérale de l'aviation civile (FAA) des Etats-Unis d'Amérique, l'Etat fournisseur du GPS :

- la circulaire d'information AC 20-138 pour les équipements GPS « autonomes » utilisables comme moyen supplémentaire de navigation : un moyen supplémentaire de navigation est un équipement approuvé pour la navigation pour une phase spécifique de vol mais qui nécessite par ailleurs que les moyens de navigation classiques réglementairement requis pour la route suivie soient installés et en état de marche à bord de l'aéronef.
- la circulaire d'information AC 20-130A pour les GPS intégrés à un système à capteurs multiples ;
- l'avis FM 8110-60 pour les GPS utilisables comme moyen primaire de navigation en zone océanique.

c) Un supplément au manuel de vol conforme au format spécifié dans les circulaires d'information AC 20-138 et AC 20-130A visées en b) ci-dessus doit être fourni.

3.4 En utilisant un moyen primaire de navigation, la sécurité est assurée en limitant les opérations à des périodes spécifiques (prévision de disponibilité RAIM) et en appliquant les restrictions appropriées en matière de procédures. D'autres systèmes de navigation peuvent se trouver à bord pour appuyer le GNSS.

3.5 Le GNSS comme moyen unique de navigation doit permettre aux aéronefs de répondre, pour une opération ou une phase d'exploitation donnée, aux critères de précision, d'intégrité, de disponibilité et de continuité de service. Aucun autre moyen n'est exigible à bord. Le concept d'utilisation du GNSS comme moyen de navigation supplémentaire, principal ou unique (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. La nécessité de conserver les aides de radionavigation classiques au sol est maintenue pendant la transition au GNSS jusqu'à ce que les opérations fondées sur le GNSS répondent aux exigences de sécurité et d'efficacité économique.

3.6 Une modification concernant l'installation d'un GPS non approuvée précédemment par l'Etat sur un autre type d'aéronef sera classée majeure et approuvée par les services compétents de l'Etat.

3.7 Une modification concernant l'installation d'un GPS déjà approuvée précédemment par l'Etat sur un autre type d'aéronef pourra être classée mineure en fonction des similitudes d'installation et sera en ce cas approuvée par les services compétents de l'Etat ou le titulaire d'un agrément de conception.

3.8 Les classes d'homologation des équipements GPS utilisables en IFR seront A1, A2, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3 et C4 suivant la norme TSO C129A de la FAA.

Classe A :

Cette classe correspond à un équipement possédant la partie calcul de navigation en plus de la partie réception GPS. Cet équipement doit posséder le RAIM. Il appartient à l'une des deux sous-classes suivantes :

A1 : équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non-précision.

A2 : équipement capable de naviguer en zone en route et en zone terminale.

Classe B :

Cette classe correspond à un capteur GPS envoyant des informations vers un système de navigation intégré (système à capteurs multiples); il appartient à l'une des 4 sous-classes suivantes :

B1 : équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non-précision. Cet équipement possède une fonction RAIM.

B2 : équipement capable de naviguer en zone en route et en zone terminale. Cet équipement possède une fonction RAIM.

B3 : équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non-précision. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

B4 : équipement capable de naviguer en zone en route et en zone terminale. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

Classe C :

Cette classe correspond à un senseur GPS envoyant des informations vers un système de navigation intégré (système à capteurs multiples) couplé à un pilote automatique ou à un directeur de vol ; il appartient à l'une des 4 sous-classes suivantes :

C1 : équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non-précision. Cet équipement possède une fonction RAIM.

C2 : équipement capable de naviguer en zone en route et en zone terminale. Cet équipement possède une fonction RAIM.

C3 : équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non-précision. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

C4 : équipement capable de naviguer en zone en route ou en zone terminale. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

3.9 Le tableau ci-après résume les classes et sous-classes de récepteurs GPS :

	Classe A (autonome)	Classe B ou classe C (à capteurs multiples)
1	RAIM : navigation en route, en zone terminale et en approche de non-précision.	RAIM : navigation en route, en zone terminale et en approche de non-précision.
2	RAIM : navigation en route et en zone terminale	RAIM : navigation en route et en zone terminale
3	Sans objet	Intégrité par comparaison / autres capteurs navigation en route, en zone terminale et en approche de non-précision
4	Sans objet	Intégrité par comparaison / autres capteurs : navigation en route et en zone terminale

3.10 L'utilisation du système GPS suppose que les conditions suivantes soient respectées :

- L'installation de l'équipement à bord de l'aéronef a été effectuée conformément aux critères de certification précédemment définis pour les aéronefs immatriculés au registre aéronautique de l'Etat. Pour les aéronefs étrangers, la modification doit être approuvée par l'autorité concernée avec des critères au moins équivalents ;
- les moyens de navigation réglementairement requis pour la route suivie doivent être installés et en état de marche à bord de l'aéronef; et
- les possibilités d'utilisation décrites dans le supplément au manuel de vol ne préjugent en rien d'exigences opérationnelles supplémentaires définies par les autorités en charge de l'espace utilisé. Dans tous les cas ce sont ces dernières dispositions qui prévalent.

4. CONDITIONS OPERATIONNELLES D'UTILISATION DU GPS

4.1 Conditions générales

4.1.1 L'utilisation du système GPS suppose que les conditions suivantes soient remplies :

- l'installation de l'équipement à bord de l'aéronef a été effectuée conformément aux critères de certification précédemment définis ;
- un supplément au manuel de vol décrit les limitations d'utilisation du système GPS installé ; et
- la base de données est à jour. Une base de données à jour est une base de données mise à jour systématiquement tous les 28 jours selon le système régularisé d'information aéronautique (AIRAC).

4.1.2 En zone terminale, la navigation en mode GPS doit être désengagée au plus tard au repère d'approche initiale (IAF), sauf à satisfaire aux conditions du paragraphe 4.3. ci-dessous.

Précautions d'utilisation

4.1.3 Il convient d'attirer l'attention des utilisateurs d'équipements GPS sur les points suivants :

- la complexité des fonctions permises par la plupart des équipements nécessite une parfaite maîtrise de leurs modes de fonctionnement,
- la plus grande vigilance est recommandée lors de l'utilisation de points tournants : l'utilisation de la base de données sera privilégiée et une vérification systématique sera effectuée par référence à la documentation à jour.

4.2 Equipement GPS « autonome » : classe A

4.2.1 Dans le cas du GPS autonome (classe A), l'intégrité doit être assurée par la fonction de contrôle d'intégrité par le récepteur (RAIM). La perte de l'intégrité entraîne le retour à la navigation à partir des moyens classiques de navigation requis pour la route suivie.

Phase en route

4.2.2 L'équipement GPS « autonome » de classe A est approuvé comme moyen supplémentaire de navigation sur route classique (non - RNAV) radiobalisée au sol (VOR, NDB, etc.).

Phase en zone terminale

4.2.3 L'équipement GPS « autonome » de classe A est approuvé comme moyen supplémentaire de navigation sur des trajectoires normalisées de départ (SID) ou d'arrivée (STAR) définies à partir d'aides radioélectriques au sol (VOR, NDB, etc.).

4.2.4 Le contrôle actif de la trajectoire est requis à partir des moyens de radionavigation définissant la procédure.

4.2.5 La trajectoire normalisée (SID ou STAR) considérée doit être entièrement décrite en base de données.

4.3. Equipements à capteurs multiples avec source GPS : classe B ou classe C

4.3.1 Pour la majorité des systèmes à capteurs multiples de base, l'introduction du GPS permet notamment d'obtenir par combinaison avec les autres capteurs un plus grand degré de précision de navigation. Dans ce cas l'introduction du GPS reste compatible avec le domaine de navigation déjà approuvé de l'équipement à capteurs multiples considéré.

4.3.2 En conséquence pour les phases de vol en route, en zone terminale, approche de non précision, route RNAV, les conditions d'utilisation approuvées de l'équipement à capteurs multiples avec source GPS sont celles définies pour le même équipement sans le capteur GPS si le contrôle de l'intégrité de l'information GPS est effectué par comparaison avec les autres capteurs conventionnels.

4.3.3 Si le GPS utilisé par le système dispose d'un contrôle d'intégrité autonome, le système peut être approuvé dans une configuration où le système utilise uniquement les informations du GPS avec les mêmes conditions d'utilisation et les mêmes limitations que pour un équipement GPS « autonome ».

Limitations pour les approches de non - précision

4.3.4 Pour pouvoir exécuter une approche de non-précision en utilisant un équipement à capteurs multiples avec source GPS, il est requis que :

- le GPS ne soit pas le seul capteur en fonctionnement
- le contrôle actif de la trajectoire soit effectué à partir des informations brutes fournies par les moyens de radionavigation définissant la procédure (comme actuellement pour le système de gestion de vol ou FMS).

5. RECUEIL D 'INCIDENTS LIES A L 'UTILISATION DU GPS

5.1 Une procédure de recueil d'informations sur l'utilisation opérationnelle du système GPS sera mise en place par l'autorité aéronautique.

5.2 Dans ce cadre, tout utilisateur de récepteur GPS qui rencontre un problème pouvant affecter la sécurité du vol doit déclarer cet incident au moyen du formulaire de compte rendu d'événement en exploitation selon la procédure en vigueur.

5.3 Il conviendra en particulier de fournir les informations suivantes :

- nature de l'erreur
- aberrations de positionnement détectées ou non par le RAIM
- erreurs détectées dans les bases de données
- circonstances
- méthode utilisée pour détecter l'erreur.

APPENDICE D

**PROJET DE REGLEMENTATION/CIRCULAIRE D'INFORMATION RELATIVE
A L'EMPORT ET A L'UTILISATION DU GPS EN REGIME DE VOL A VUE (VFR)**

1. INTRODUCTION

1.1. Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) est un système de détermination de la position et de l'heure, qui se compose d'une ou plusieurs de constellations de satellites 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 renforcées selon les besoins afin d'appuyer la qualité de navigation requise (RNP) pour la phase effective d'exploitation.

1.2. 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.

1.3. 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.

1.4. 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).

1.5. 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.

1.6. 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 Les constellations satellitaires de base et leurs renforcements appropriés spécifiées dans l'Annexe 10 assurera assurent 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.

1.7. 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.

Avionique

1.8. Les récepteurs GPS ou GLONASS simples GNSS qui n'ont pas de capacité de contrôle d'intégrité ne peuvent généralement pas répondre aux besoins dans toutes les phases de vol de l'aviation en matière de navigation.

1.9. 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 performances sont 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 et bénéficier d'une disponibilité de service supérieure à celle qui pourrait être obtenue grâce au seul emploi du GPS ou du GLONASS uniquement.

1.10 Lors de l'introduction de services fondés sur le GNSS, chaque État indique les éléments GNSS disponibles qui doivent être approuvés (par exemple GPS, GLONASS, SBAS, GBAS et les systèmes de renforcement) et établit un plan de mise en œuvre.

1.11 La Région Afrique – Océan indien (AFI) de l'OACI a adopté une stratégie commune pour l'introduction des applications du GNSS, dont la première phase prévoit l'utilisation des constellations de satellites existantes et de leurs systèmes de renforcements afin d'en augmenter la disponibilité, l'intégrité et la précision. Dans une deuxième phase, le GNSS deviendra un système civil de navigation par satellite et pourra être considéré comme service unique de navigation pour toutes les phases de vol.

1.12 La présente réglementation/circulaire d'information définit les conditions d'emport et d'utilisation du GPS applicables aux vols effectués selon les règles de vol à vue (VFR) à l'intérieur de l'espace aérien du(Etat)...

1.13 Ces conditions d'utilisation du GPS couvrent les phases de vol en route, en zone terminale et les approches de non – précision.

1.14 L'Autorité aéronautique ne peut garantir la pérennité du GPS qui dépend, pour l'instant, du seul bon vouloir de l'administration américaine.

2. PRESENTATION DU SYSTEME DE NAVIGATION PAR SATELLITE - GPS

2.1. Description du système

2.1.1 Le système GPS est basé sur une constellation nominale de vingt-quatre (24) satellites en orbite à 20200 km au-dessus de la surface terrestre. Chaque satellite diffuse des informations permettant de :

- déterminer la distance entre le satellite et le récepteur par mesure du temps de propagation du signal, et
- connaître les orbites précises et l'Etat de chacun des satellites de la constellation.

2.1.2 A partir de ces informations, le récepteur GPS peut calculer sa position et fournir l'heure. Trois satellites présentant une géométrie et un angle d'élévation suffisants par rapport au récepteur GPS sont nécessaires pour calculer une position en deux dimensions, latitude et longitude, lorsque l'altitude est connue du récepteur (cas des bateaux ou des véhicules terrestres). Dans le cas des avions, quatre satellites sont nécessaires pour calculer une position en trois dimensions (latitude, longitude, altitude). Lorsque trois satellites seulement sont disponibles, la position exprimée sous forme de coordonnées géographiques peut être déterminée en prenant en compte l'altitude de l'avion introduite manuellement par le pilote.

2.1.3 Les coordonnées géographiques sont calculées par référence au système géodésique mondial de 1984 (WGS-84). Ce système de coordonnées a pour origine le centre de gravité de la terre dont la surface est définie comme un ellipsoïde. Le WGS84 est devenu un système normalisé par l'OACI à l'échelle mondiale depuis 1998.

2.1.4 Afin de se conformer à cette disposition, les coordonnées des points importants de navigation aérienne exprimées dans le système WGS-84 ont été mises en œuvre depuis septembre 1999 sur les principaux aéroports et dans les espaces aériens gérés par l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA).

2.2. Précision du système

2.2.1 La précision exprime le degré de conformité entre la position et le temps donné par le système, d'une part, et la position et le temps réels, d'autre part.

2.2.2 Les Etats Unis d'Amérique ont offert le service de positionnement standard (SPS) du GPS pour répondre aux besoins de l'aviation civile mondiale et le Conseil de l'OACI a accepté cette offre. Le SPS du GPS qui utilise un code d'acquisition approximatif (C/A) sur la fréquence dite « L1 » (1575,42 MHz) est conçu pour fournir une position précise aux usagers civils partout dans le monde. Le service de localisation précis (PPS), qui utilise le code précis (Code P) sur une deuxième fréquence L2 (1227,6 MHz), est conçu pour offrir un service de localisation plus précis, mais dont l'usage public n'a pas été autorisé.

2.2.3 Des renseignements détaillés sur le GPS et son service de positionnement standard peuvent être obtenus en consultant le site Internet <http://www.navcen.uscg.gov>

Précision horizontale du GPS	Précision verticale du GPS
<ul style="list-style-type: none">• H=13 m, moyenne mondiale, 95% du temps• H=36 m, pire emplacement, 95% du temps	<ul style="list-style-type: none">• V=22 m, moyenne mondiale, 98% du temps• V=77 m, pire emplacement, 95% du temps
<ul style="list-style-type: none">• <i>Les erreurs de transfert de temps induites par le système de localisation standard du GPS n'excèdent pas 40 nanosecondes 95% du temps.</i>	

2.3. Intégrité

2.3.1 L'intégrité est la capacité du système à fournir une alarme au pilote lorsque le système de navigation ne peut être utilisé avec la précision requise. Par exemple, les VOR sont surveillés au sol de façon permanente et cessent automatiquement d'émettre dès que la précision requise n'est plus fournie.

2.3.2 Le système GPS de base n'ayant pas été conçu initialement pour un usage par l'aviation civile, il ne dispose pas d'un système de contrôle de l'intégrité compatible avec les besoins aéronautiques. En conséquence un ou plusieurs satellites peuvent transmettre un signal erroné pendant une durée significative pouvant parfois dépasser 45 minutes. Dans ce cas, l'indication de position peut être fautive sans que l'utilisateur en soit averti et la valeur de l'erreur peut atteindre plusieurs dizaines de milles nautiques.

2.3.3 La détermination de l'intégrité du signal doit être effectuée à bord de l'aéronef :

- de manière autonome par le récepteur GPS (RAIM),
- par comparaison avec d'autres systèmes de navigation,
- par le pilote en contrôlant sa navigation par repérage au sol.
- par des systèmes de renforcement basés sur les satellites (SBAS) ou basés au sol (GBAS)

2.4 Disponibilité

2.4.1 La disponibilité d'un système de navigation est le pourcentage du temps pendant lequel les services du système sont utilisables.

2.4.2 La disponibilité du service de localisation standard du GPS est supérieure ou égale à 99% pour l'emplacement moyen, et supérieure ou égale à 90% pour le pire emplacement. La disponibilité de la fonction de surveillance du RAIM (5 satellites visibles au minimum) est nettement inférieure à 100% avec une constellation de 24 satellites.

2.4.3 Il en résulte que l'intégrité de l'information de position fournie par un récepteur GPS utilisant le RAIM n'est pas assurée de façon permanente.

3. CONDITIONS OPERATIONNELLES D'UTILISATION DU GPS

3.1 Conditions générales

3.1.1 L'utilisation du système GPS suppose que les conditions suivantes soient remplies :

- l'installation de l'équipement à bord de l'aéronef a été effectuée conformément aux critères de certification précédemment définis.
- un supplément au manuel de vol décrit les limitations d'utilisation du système GPS installé.
- la base de données est à jour. Une base de données à jour est une base de données mise à jour systématiquement tous les 28 jours selon le système régularisé d'information aéronautique (AIRAC).

4. UTILISATION DU GPS EN VFR

4.1 Les équipements GPS actuellement disponibles et susceptibles d'être utilisés en VFR ne disposent pas, en général, du contrôle d'intégrité (fonction RAIM) ; ces équipements ne sont pas certifiés comme moyens de navigation et ne peuvent donc pas être utilisés en remplacement des équipements réglementaires prévus en VFR.

4.2 En conséquence, lorsqu'un aéronef effectue un vol VFR pour lequel un moyen de radionavigation est réglementairement exigé, seul ce moyen doit être utilisé pour contrôler la navigation. De même, lors d'un vol au cours duquel un moyen de radionavigation n'est pas exigé, le pilote doit, avant toute exploitation d'une information fournie par l'équipement GPS :

- comparer les éléments de navigation fournis et ceux calculés lors de la préparation du journal de navigation,
- vérifier la cohérence des informations fournies par une méthode classique comme l'identification d'une façon sûre, des repères au sol, le contrôle de la navigation par les moyens de radio navigation éventuellement disponibles (confirmation des points tournants) ou par calcul de l'estime.

Utilisation des bases de données

4.3 Les bases de données peuvent être de trois types :

- avec mise à jour systématique tous les 28 jours aux dates de mise en vigueur des cycles AIRAC ;
- avec mise à jour au moment de l'acquisition de l'équipement, la mise à jour pouvant être effectuée en renvoyant l'équipement au fournisseur ;
- avec une simple mémoire de points enregistrés manuellement par l'utilisateur.

4.4 Pour les deux premiers types ci-dessus, l'utilisateur dispose également d'une mémoire à entrée manuelle.

4.5 Dans les trois cas un pilote volant en VFR devra mettre en mémoire les points de report ne se trouvant pas dans la base de données fournie. L'attention des utilisateurs est appelée sur le risque d'erreurs lors de la saisie des données. Ces risques sont naturellement plus élevés lors de la saisie de points par ses coordonnées géographiques que par un radial/distance par rapport à un point connu.

Une vérification des coordonnées géographiques par une position relative d'une autre position sûre et de la cohérence

des éléments de navigation fournis par le calculateur entre deux points est indispensable.

4.6 Afin de faciliter la tâche des utilisateurs, le Service chargé de l'information Aéronautique devrait publier, dans la documentation aéronautique, les radiales/distances des points de report utilisés en VFR.

5. HOMOLOGATION DES RECEPTEURS ET CERTIFICATION

5.1 On appelle équipement de bord un équipement qui, lors du vol, est solidaire de l'aéronef.

5.2 Tout équipement radioélectrique de bord doit avoir reçu une autorisation avant d'être installé sur un aéronef immatriculé au registre national.

5.3 Pour que la navigabilité de l'aéronef soit assurée, il est nécessaire que l'aéronef soit certifié et que toutes les modifications soient approuvées.

5.4 L'installation d'un GPS solidaire de l'aéronef doit être approuvée par les services officiels compétents :

a) les équipements GPS devront être homologués et installés conformément à des conditions techniques fixées par les autorités compétentes.

b) son installation doit être approuvée selon les procédures d'approbation des modifications sur la base des règlements de certification applicables ci-après, établis par l'Administration fédérale de l'aviation civile (FAA) des Etats-Unis d'Amérique, l'Etat fournisseur du GPS :

- la circulaire d'information AC 20-138 pour les équipements GPS « autonomes » utilisables comme moyen supplémentaire de navigation : un moyen supplémentaire de navigation est un équipement approuvé pour la navigation pour une phase spécifique de vol mais qui nécessite par ailleurs que les moyens de navigation réglementairement requis pour la route suivie soient installés et en état de marche à bord de l'aéronef.
- la circulaire d'information AC 20-130A pour les GPS intégrés à un système à capteurs multiples ;

c) un supplément au manuel de vol conforme au format spécifié dans les circulaires d'information AC 20-138 et AC 20-130A visées en b) ci-dessus doit être fourni.

5.5 En utilisant un moyen primaire de navigation, la sécurité est assurée en limitant les opérations à des périodes spécifiques (prévision de disponibilité RAIM) et en appliquant les restrictions appropriées en matière de procédures. D'autres systèmes de navigation peuvent se trouver à bord pour appuyer le GNSS.

5.6 Le GNSS comme moyen unique de navigation doit permettre aux aéronefs de répondre, pour une opération ou une phase d'exploitation donnée, aux critères de précision, d'intégrité, de disponibilité et de continuité de service. Aucun autre moyen n'est exigible à bord. Le concept d'utilisation du GNSS comme moyen de navigation supplémentaire, principal ou unique (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. La nécessité de conserver les aides de radionavigation classiques au sol est maintenue pendant la transition au GNSS jusqu'à ce que les opérations fondées sur le GNSS répondent aux exigences de sécurité et d'efficacité économique.

5.7 Les équipements GPS doivent être munis d'une base de données qui peut être remise à jour selon les dispositions prévues pour une utilisation en VFR.

5.8 Les classes d'homologation des équipements GPS utilisables en VFR seront A, B, C ou V.

Classe A :

Cette classe correspond à un équipement possédant la partie calcul de navigation en plus de la partie réception GPS ; elle possède le RAIM et comporte deux sous - classes A1 et A2 selon leurs performances pour une utilisation en IFR.

Classe B :

Cette classe correspond à un capteur GPS envoyant des informations vers un système de navigation intégré (système à capteurs multiples) ; elle comporte quatre 4 sous - classes selon leurs performances pour une utilisation en IFR ; les sous classes B1 et B2 possèdent la fonction RAIM ; pour les sous classes B3 et B4, le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

Classe C :

Cette classe correspond à un capteur GPS envoyant des informations vers un système de navigation intégré (système à capteurs multiples) couplé à un pilote automatique ou à un directeur de vol ; elle comporte 4 sous - classes selon leurs performances pour une utilisation en IFR ; les sous classes C1 et C2 possèdent le RAIM ; pour les sous - classes C3 et C4, le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

Classe V (VFR) :

Cette classe correspond à un équipement possédant la partie calcul de navigation en plus de la partie réception GPS mais ne possède pas la fonction RAIM.

5.9 L'utilisation du système GPS suppose que les conditions suivantes soient remplies :

- l'installation de l'équipement à bord de l'aéronef a été effectuée conformément aux critères de certifications précédemment définis pour les aéronefs immatriculés au registre national. Pour les aéronefs étrangers, la modification doit être approuvée par l'autorité concernée avec des critères au moins équivalents ;
- un supplément au manuel de vol décrit les limites d'utilisation du système GPS installé.

6. UTILISATION

6.1 Utilisation d'un GPS de classe A, B ou C

6.1.1 Un GPS de classe A, B ou C peut être utilisé comme moyen de navigation :

- pour les vols VFR de jour, sans contact visuel du sol ou de l'eau,
- pour les vols VFR de jour pour le survol de l'eau ou de régions terrestres inhabitées lorsqu'un équipement de radionavigation est requis,
- pour les vols VFR de nuit.

6.1.2 En cas de perte momentanée de la fonction RAIM, l'équipement GPS continue à fournir les éléments de navigation tant qu'il reçoit au moins quatre satellites (trois en intégrant l'altitude) ; le vol doit donc être poursuivi en vérifiant sa navigation pour référence visuelle au sol dès que les conditions le permettent.

6.2 Utilisation d'un GPS de classe V

6.2.1 Les privilèges de navigation décrits dans ce paragraphe ne s'appliquent pas aux aéronefs exploités par une entreprise de transport aérien.

6.2.2 Lorsqu'un moyen de navigation est requis, l'utilisation d'un GPS de classe V n'est admise qu'en vue du sol; il appartient alors au pilote de vérifier sa navigation par repérage visuel du sol pour s'assurer de la fiabilité de la position fournie par l'équipement du fait que ce dernier ne dispose pas de la fonction RAIM.

6.2.3 Les espaces ou itinéraires où un équipement de navigation est exigé sont publiés par la voie de l'information aéronautique.

6.2.4 Lorsqu'aucun moyen de navigation n'est requis, un GPS de classe V peut être utilisé comme moyen de navigation uniquement pour les vols VFR de jour et en vue du sol et de l'eau; il appartient alors au pilote de vérifier sa navigation par repérage visuel.

6.2.5 L'installation d'un GPS de classe V doit comporter l'apposition, sur le tableau de bord, à proximité du dispositif indicateur, d'une étiquette comportant l'inscription :

" GPS utilisable en VFR de jour et en vue du sol ou de l'eau uniquement".

6.3 Base de données

6.3.1 GPS de classe A, B ou C

6.3.1.1 Les GPS de classe A, B ou C doivent disposer d'une base de données.

6.3.1.2 Une base de données à jour est une base de données mise à jour systématiquement à chaque cycle AIRAC, soit tous les 28 jours. En VFR, il est admis que la base de données puisse ne pas être à jour ; il appartient alors au pilote de vérifier l'exactitude des informations en mémoire dont il risque d'avoir usage au cours de son vol par référence à une documentation à jour. La base de données doit être toutefois remise à jour le plus régulièrement possible pour limiter la tâche de vérification avant chaque vol ; elle sera remise à jour systématiquement au mois tous les 3 ans lors du passage en laboratoire radio du récepteur GPS, mais l'utilisation d'une base de données à jour sera privilégiée.

6.3.1.3 Pour une utilisation, le pilote peut compléter la base de données par des informations, notamment les points de report en VFR, qui ne sont pas disponibles dans la base de données fournie ; l'utilisation de ce type de mémoire nécessite certaines précautions mentionnées au paragraphe suivant pour les GPS de classe V.

6.3.2 GPS de classe V

6.3.2.1 Les GPS de classe V peuvent disposer d'une base de données à entrée manuelle dans laquelle le pilote met lui-même les informations en mémoire.

6.3.2.2 L'attention des utilisateurs de ce type de mémoire est appelée sur le risque d'erreurs lors de la saisie des données ; une vérification des coordonnées géographiques par une position relative d'une autre position sûre ou de la cohérence des éléments de navigation fournis par le calculateur entre deux points est indispensable.

6.3.2.3 Pour faciliter la tâche des utilisateurs, le service chargé de l'information aéronautique publiée, dans la documentation aéronautique, les radiales ou relèvements magnétiques/distances des points de report utilisés en VFR par rapport à un moyen radioélectrique.

6.3.2.4 L'attention des usagers est également appelée sur le fait que la base de données manuelle (USR) peut accepter une identification de point de cheminement existant déjà dans la base de données; il est donc impératif de vérifier le point de cheminement avant de confirmer son insertion dans une route.

7. CONNAISSANCE DU MATERIEL

Avant tout vol pour lequel un moyen de navigation de navigation est exigé et que parfois le seul moyen disponible serait le GPS le pilote devra avoir pris connaissance de l'additif au manuel de vol concernant le GPS d'une part, et avoir acquis une parfaite connaissance du manuel d'utilisation du matériel utilisé d'autre part ; en outre, le pilote devra avoir reçu une formation complémentaire sur le type de matériel utilisé ; cette formation doit être assurée par un instructeur habilité.

8. RECUEIL D'INCIDENTS LIES A L'UTILISATION DU GPS

8.1 Une procédure de recueil d'informations sur l'utilisation opérationnelle du système GPS sera mise en place par l'autorité aéronautique.

8.2 Dans ce cadre, tout utilisateur de récepteur GPS qui rencontre un problème pouvant affecter la sécurité du vol doit déclarer cet incident au moyen du formulaire de compte rendu d'événement en exploitation selon la procédure en vigueur.

8.3 Il conviendra en particulier de fournir les informations suivantes :

- nature de l'erreur
- aberrations de positionnement détectées ou non par le RAIM
- erreurs détectées dans les bases de données
- circonstances
- méthode utilisée pour détecter l'erreur.

PROJET DE CIRCULAIRE AERONAUTIQUE RELATIVE A L'EMPORT ET A L'UTILISATION DES RECEPTEURS GPS PORTABLES

1. PRESENTATION DU SYSTEME DE NAVIGATION PAR SATELLITE - GPS

1.1. Description du système

1.1.1 Le système GPS est basé sur une constellation nominale de vingt-quatre (24) satellites en orbite à 20200 km au-dessus de la surface terrestre. Chaque satellite diffuse des informations permettant de :

- déterminer la distance entre le satellite et le récepteur par mesure du temps de propagation du signal, et
- connaître les orbites précises et l'Etat de chacun des satellites de la constellation.

1.1.2 A partir de ces informations, le récepteur GPS peut calculer sa position et fournir l'heure. Trois satellites présentant une géométrie et un angle d'élévation suffisants par rapport au récepteur GPS sont nécessaires pour calculer une position en deux dimensions, latitude et longitude, lorsque l'altitude est connue du récepteur (cas des bateaux ou des véhicules terrestres). Dans le cas des aéronefs, quatre satellites sont nécessaires pour calculer une position en trois dimensions (latitude, longitude, altitude). Lorsque trois satellites seulement sont disponibles, la position exprimée sous forme de coordonnées géographiques peut être déterminée en prenant en compte l'altitude de l'aéronef introduite manuellement par le pilote.

1.1.3 Les coordonnées géographiques sont calculées par référence au système géodésique mondial de 1984 (WGS-84). Ce système de coordonnées a pour origine le centre de gravité de la terre dont la surface est définie comme un ellipsoïde. Le WGS84 est devenu un système normalisé par l'OACI à l'échelle mondiale depuis 1998.

1.1.4 Afin de se conformer à cette disposition, les coordonnées des points importants de navigation aérienne exprimées dans le système WGS-84 ont été mises en œuvre depuis septembre 1999 sur les principaux aéroports et dans les espaces aériens gérés par l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA).

1.2. Précision du système

1.2.1 La précision exprime le degré de conformité entre la position et le temps donné par le système, d'une part, et la position et le temps réels, d'autre part.

1.2.2 Les Etats Unis d'Amérique ont offert le service de localisation standard (SPS) du GPS pour répondre aux besoins de l'aviation civile mondiale et le Conseil de l'OACI a accepté cette offre. Le SPS du GPS qui utilise un code d'acquisition approximatif (C/A) sur la fréquence dite « L1 » (1575,42 MHz) est conçu pour fournir une position précise aux usagers civils partout dans le monde. Le service de localisation précis (PPS), qui utilise le code précis (Code P) sur une deuxième fréquence L2 (1227,6 MHz), est conçu pour offrir un service de localisation plus précis, mais dont l'usage public n'a pas été autorisé.

1.2.3 Des renseignements détaillés sur le GPS et son service de localisation standard peuvent être obtenus en consultant le site Internet <http://www.navcen.uscg.gov>.

Précision horizontale du GPS	Précision verticale du GPS
<ul style="list-style-type: none"> • H=13 m, moyenne mondiale, 95% du temps • H=36 m, pire emplacement, 95% du temps 	<ul style="list-style-type: none"> • V=22 m, moyenne mondiale, 98% du temps • V=77 m, pire emplacement, 95% du temps
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Les erreurs de transfert de temps induites par le système de localisation standard du GPS n'excèdent pas 40 nanosecondes 95% du temps.</i> 	

1.3. Intégrité

1.3.1 L'intégrité est la capacité du système à fournir une alarme au pilote lorsque le système de navigation ne peut être utilisé avec la précision requise. Par exemple, les VOR sont surveillés au sol de façon permanente et cessent automatiquement d'émettre dès que la précision requise n'est plus fournie.

1.3.2 Le système GPS de base n'ayant pas été conçu initialement pour un usage par l'aviation civile, il ne dispose pas d'un système de contrôle de l'intégrité compatible avec les besoins aéronautiques. En conséquence un ou plusieurs satellites peuvent transmettre un signal erroné pendant une durée significative pouvant parfois dépasser 45 minutes. Dans ce cas, l'indication de position peut être fautive sans que l'utilisateur en soit averti et la valeur de l'erreur peut atteindre plusieurs dizaines de milles nautiques.

1.3.3 La détermination de l'intégrité du signal doit être effectuée à bord de l'aéronef :

- de manière autonome par le récepteur GPS (RAIM),
- par comparaison avec d'autres systèmes de navigation,
- par le pilote en contrôlant sa navigation par repérage au sol.
- par des systèmes de renforcement basés sur les satellites (SBAS) ou basés au sol (GBAS)

1.4 Disponibilité

1.4.1 La disponibilité d'un système de navigation est le pourcentage du temps pendant lequel les services du système sont utilisables.

1.4.2 La disponibilité de la localisation GPS (4 satellites visibles) est proche de 100% sur la majeure partie du monde avec une constellation de 24 satellites. La disponibilité de la fonction de surveillance du RAIM (5 satellites visibles au minimum) est nettement inférieure à 100% avec une constellation de 24 satellites.

1.4.3 Il en résulte que l'intégrité de l'information de position fournie par un récepteur GPS utilisant le RAIM n'est pas assurée de façon permanente.

1.4.4 Le système GPS est basé sur une constellation nominale de 24 satellites en orbite à 20200km au - dessus de la surface terrestre. Chaque satellite diffuse des informations permettant de :

- déterminer la distance entre le satellite et le récepteur par mesure du temps de propagation du signal,
- connaître les orbites précises et l'Etat de chacun des satellites de la constellation.

1.4.5 A partir de ces informations, le récepteur GPS peut calculer sa position et fournir l'heure. Trois satellites présentant une géométrie et une élévation suffisantes par rapport au récepteur GPS sont nécessaires pour calculer une position en 2 dimensions (latitude, longitude) si l'altitude est connue du récepteur (bateaux, véhicules terrestres). Dans le cas des aéronefs, 4 satellites sont nécessaires pour calculer une position en 3 dimensions (latitude, longitude, altitude).

1.4.6 Cependant, l'altitude déterminée par le système GPS dans le système de coordonnées WGS84 e non par rapport au niveau moyen de la mer, n'est pas utilisable dans le contexte aéronautique.

1.4.7 Lorsque trois satellites seulement sont disponibles, la position peut être déterminée en prenant compte de l'altitude de l'aéronef introduite manuellement par le pilote.

1.4.8 La position est calculée dans le système de position de position WGS84 (World Geodetic System 1984). Ce système a pour origine le centre de gravité de la terre et définit une ellipsoïde permettant de déterminer la forme approximative de la surface terrestre. L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) a recommandé d'adopter le WGS84 comme standard mondial des 1998.

2. GPS DONT L'INSTALLATION A BORD EST CERTIFIEE

2.1 Qualification du GPS

2.1.1 Les récepteurs GPS qui n'ont pas de capacité de contrôle d'intégrité ne peuvent généralement pas répondre aux besoins dans toutes les phases de vol de l'aviation en matière de navigation.

2.1.2 Des systèmes à capteurs multiples, utilisant le GNSS comme l'un des capteurs sont en service actuellement. 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 qualité de navigation requise (RNP) et bénéficier d'une disponibilité de service supérieure à celle que pourrait offrir un emploi du GPS seul.

2.1.3 Les autorisations de montage précisent que le représentant de l'équipementier fournisseur de GPS doit informer clairement les acquéreurs de ce matériel pour une installation sur aéronefs immatriculés dans l'Etat :

- que le système GPS est un système de navigation dont la définition est susceptible d'évoluer ultérieurement ce qui nécessitera le remplacement de cet équipement,
- qu'en outre cet équipement ne peut se substituer aux équipements de radionavigation requis par la réglementation en vigueur et donc ne peut être utilisé en condition d'impasse technique,
- que l'installation doit comporter l'apposition sur le tableau de bord, à proximité du dispositif indicateur, d'une étiquette comportant l'inscription :

" Le GPS ne peut être utilisé comme moyen primaire de navigation".

Note : Cette étiquette signifie que l'équipement doit être utilisé conformément aux recommandations explicitées au paragraphe 3 de ce document.

2.2 Certification de l'installation à bord de l'aéronef

2.2.1 L'installation d'un système GPS sur un aéronef suit la procédure habituelle d'approbation des modifications. Un dossier de modification doit être déposé pour approbation auprès des services officiels compétents. Ce dossier doit faire apparaître les conditions d'installation et les limites d'emplois (additif au manuel de vol, étiquette,...).

2.2.2 Seuls les constructeurs d'aéronefs et les organismes d'entretien agréés pour ce type d'équipement peuvent en effectuer l'installation en conformité avec la modification approuvée.

3 EQUIPEMENT GPS PORTABLE

3.1 Utilisation du GPS portable

3.1.1 L'emport de GPS portable n'a pas fait l'objet d'une autorisation et n'est pas un équipement de bord; il est rappelé aux usagers utilisant un tel équipement que ce dernier peut être à l'origine de perturbations par rayonnement ou conduction électromagnétiques et sur les systèmes de radionavigation et de radiocommunication. Cette pollution peut entraîner :

- des erreurs dans les indications du compas magnétique ;
- des erreurs dans les informations fournies par les moyens de radionavigation réglementaire installés à bord (VOR, ADF, DME...).
- des interférences entre les signaux GPS et certaines fréquences VHF.

3.1.2 Par ailleurs, le fonctionnement d'un GPS portable peut entraîner des problèmes sur l'alimentation électrique ; si le récepteur GPS est connecté au réseau de bord de l'aéronef, des protections doivent être mises en place (fusible).

En cas de constatation de la moindre perturbation sur le compas magnétique, sur les systèmes de radionavigation et de radiocommunication ou sur l'alimentation électrique, le GPS portable doit être arrêté.

3.2 Le GPS comme moyen de navigation

3.2.1 L'attention des usagers est appelée sur le fait que le GPS portable n'est pas un moyen de navigation reconnu ; il y a donc lieu de vérifier l'intégrité des informations fournies.

3.2.2 De plus, pour éviter des pertes d'informations, il est nécessaire :

- de placer son équipement de façon à éviter le plus possible le masquage de l'antenne,
- de protéger son équipement du soleil pour éviter des températures trop élevées risquant de compromettre son fonctionnement.
