

ONZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 22 septembre – 3 octobre 2003

Point 6 : Questions de navigation aérienne

PREMIER COMPLEMENT GNSS ETENDU EN AFRIQUE

(Note présentée par l'ASECNA)

SOMMAIRE

Reconnaissant l'importance stratégique de la navigation par satellite, ses applications potentielles et les déficiences actuelles du GNSS, la région AFI a décidé de développer sa propre stratégie de mise en oeuvre du GNSS par une approche en trois phases, au travers d'un complément étendu (SBAS) basé sur EGNOS pour couvrir les besoins à court et moyen termes et sur un ensemble constitué de constellations existantes améliorées (GPS ou GLONASS) et de nouvelle constellation civile (GALILEO), à long terme.

La présente note a l'intention de souligner les points suivants :

1. L'expérience en GNSS acquise par l'ASECNA lors de la mise en oeuvre du banc d'essai EGNOS en Afrique de l'ouest et Afrique Centrale et des essais APV1 (Approche avec guidage vertical), correspondant à la première phase de la stratégie GNSS AFI).
2. La nécessité de d'une coopération pour assurer une mise en oeuvre globale du GNSS
3. Une proposition concrète pour faciliter la mise en oeuvre et l'utilisation opérationnelle du GNSS et de ses diverses composantes.

L'action à prendre par la Conférence est indiquée au paragraphe 6.

¹ La version française est fournie par l'ASECNA.

1. INTRODUCTION

1.1 Capacités actuelles de l'ASECNA



ASECNA

- Créé à Saint-Louis du Sénégal le 12 Décembre 1959
- Établissement public (> 5000 personnes) à financement autonome et à caractère multinational (16 États Membres)
- Fourniture de services météorologiques et de circulation du trafic aérien dans les espaces aériens (> 16 millions km²) confiés par ses états membres
- > 200.000 vols
- > 6 Millions de passagers
- > 100 aéroports dont 25 internationaux

EGNOS Dakar Trials, FEB. 2003 - GNSS AFI & ASECNA

Les installations de l'ASECNA, principalement terrestres, utilisent de plus en plus le satellite.

- Communications : **UTILISATION CROISSANTE DE LA VHF AVEC STATIONS DÉPORTÉES PAR VSAT, RÉSEAUX DE DONNÉES X25**
- Navigation : **ILS, VOR, DME, NDB,**
- Surveillance : **REPORTS DE POSITION PAR LES PILOTES, RADARS EN COURS D'INSTALLATION, ADS-C**

1.1.1 Dans le futur, l'ASECNA compte utiliser au mieux les bénéfices des nouvelles technologies basées sur l'utilisation de satellites, suivant le concept CNS/ATM.

1.1.2 Au sol les services ASECNA seront basés sur :

- Communications** : VSAT complémentaires, liaison Voix/Données et CPDLC, ATN
- Navigation** : GPS, EGNOS, GBAS (nombre réduit de stations après 2012)
- Surveillance** : ADS-C et B, radars Mode-S
- ATM** : Automatisation liée à la modernisation du CNS/ATM

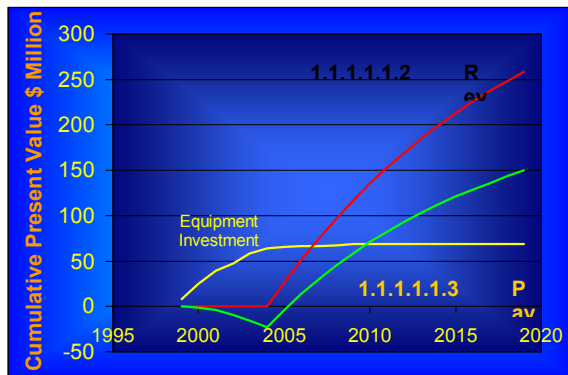
1.1.3 L'avionique (équipements avions) devrait inclure :

- Communications** : VDL/TDMA, CPDLC
- Navigation** : EGNOS/GBAS
- Surveillance** : ADS B ET C

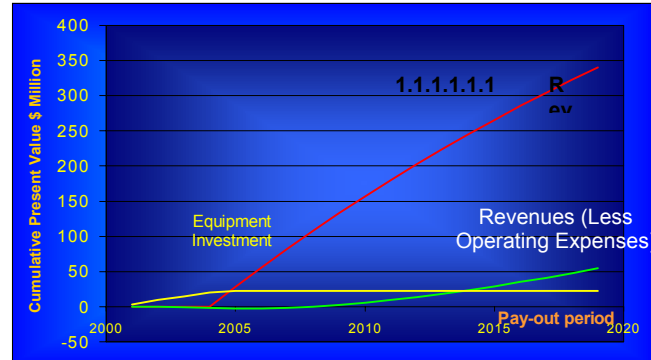
1.2 Cas d'affaire ASECNA

1.2.1 Un cas d'affaire basé sur le plan d'investissement (2000-2006) de l'ASECNA concernant la modernisation du CNS/ATM fut réalisé avec le soutien de l'OACI et présenté à la Conférence Mondiale sur la mise en œuvre du CNS/ATM à Rio de Janeiro en 1998.

Les deux planches ci-après donnent une idée des résultats en termes de dépenses et bénéfices à la fois pour les compagnies aériennes et pour l'ASECNA, liés à la mise en œuvre du CNS/ATM.



PROFIL DU CASH-FLOW ASECNA



PROFIL DU CASH FLOW COMPAGNIES

Cette étude a montré les bénéfices apportés par la mise en œuvre du GNSS qui constitue un élément important pour améliorer la sécurité et les performances tout en réduisant le coût de l'infrastructure basée actuellement sur des équipements souvent difficiles à mettre en œuvre et à maintenir.

2. STRATEGIE GNSS AFI

2.1 Méthodologie

2.1.1 Concernant la stratégie GNSS, le point délicat fut d'identifier, pour chaque application et mode d'utilisation du GNSS, ce que doivent être les exigences en termes de performances et définir le type d'augmentation, si nécessaire, requise pour satisfaire ces exigences, en différenciant celles qui peuvent être locale, régionale ou multi régionale. Ceci doit permettre d'aider à la décision en tenant compte des critères coût/efficacités.

2.1.2 La méthodologie utilisée pour définir la stratégie GNSS en région AFI a conduit à :

- revoir les aides radioélectriques existantes;
- analyser les flux de trafic actuels et prévus;
- définir les exigences opérationnelles et conduire une analyse statistique tenant compte des conditions de visibilité et plafond pour les principaux aéroports;
- identifier les besoins opérationnels des différentes classes d'utilisateurs;
- analyser les différentes architectures GNSS et les moyens de télécommunications nécessaires;
- Estimer les coûts d'acquisition et d'exploitation de chacune des options/scenarii en tenant compte de tous les segments sol et bord et établir une analyse coût-bénéfice pour les fournisseurs de service ATS;

- g) Etudier les aspects institutionnels de chaque scénario et définir les étapes de la mise en œuvre d'un système GNSS en Afrique, conduisant ainsi à définir une stratégie GNSS AFI.

2.2 Scénarii considérés pour la Région AFI

2.2.1 A la base des scénarii, trois catégories d'augmentation ont été considérées: l'ABAS — Airborne Based Augmentation Systems, le SBAS — Satellite Based Augmentation System (complément différentiel étendu) et le GBAS - Ground Based Augmentation System (complément différentiel local).

2.2.2 Concernant le SBAS, l'architecture proposée est basée sur une extension d'EGNOS, système développé par la Communauté Européenne et dont les satellites géostationnaires utilisés (IOR, AOR-E..) couvrent parfaitement déjà l'Afrique. Il a été jugé plus économique pour l'Afrique d'utiliser des satellites et systèmes existants.

2.2.3 *Quatre scénarii d'architecture ont été définis et évalués par simulation :*

A : Scénarii sans infrastructure au sol :

— A1 : Utilisation de récepteurs GPS embarqués

— A2 : Utilisation de récepteurs GPS embarqués avec l'utilisation des signaux de télémétrie d'EGNOS

B : Scénarii avec une infrastructure terrestre :

— B1 : Complément étendu (SBAS) avec une capacité APV-1 et complément local (GBAS) pour la CAT1

— B2 : Complément étendu (SBAS) avec une capacité APV-1 et CAT1 sur certains aéroports et complément local (GBAS) partout ailleurs si nécessaire

2.2.4 Les conclusions du groupe d'étude ont amené à privilégier pour le court et moyen terme le scénario B1 en tenant compte des performances et des équipements nécessaires :

- a) 13 à 15* stations de référence nécessaires pour assurer l'APV1;
- b) précision horizontale: 16 m, HAL : 40 m;
- c) précision verticale: 20 m, VAL : 50 m;
- d) disponibilité: >99%;
- e) Continuité: $< 10^{-8}$.

* : Un nombre légèrement supérieur de stations sera nécessaire pour tenir compte des défaillances et contraintes environnementales.

3. STRATEGIE EN TROIS PHASES DU GNSS AFI DE L'OACI

3.1 La stratégie GNSS AFI adoptée par l'APIRG comprend 3 phases résumées ci-après :

- a) **Phase I (court terme), jusqu'en 2004** : utilisation du GPS pour l'en-route et les approches de non-précision. Mise en œuvre d'un banc d'essai GNSS puis d'un système pré-opérationnel basé sur une extension d'EGNOS à la Région AFI. L'infrastructure des aides radioélectriques reste inchangée;
- b) **Phase II (moyen terme), jusqu'en 2005-2011** : utilisation de l'extension d'EGNOS avec une capacité APV-I;
- c) **Phase II (long terme), jusqu'en 2012 et au-delà** : utilisation du GNSS comme moyen unique :
 - 1) le groupe d'étude a estimé qu'avec au moins deux constellations de satellites de navigation disponibles, le GNSS pourrait devenir le moyen unique de navigation jusqu'à la CAT1 et qu'un retrait, coordonné avec les compagnies aériennes, des aides à la navigation terrestres pourrait commencer;
 - 2) le GBAS pourrait être mis en œuvre sur les pistes où les conditions météorologiques et le trafic justifient ce type d'équipement.

4. BANC D'ESSAI EGNOS EN REGION AFI (PHASE 1 DE LA STRATÉGIE GNSS AFI)

4.1 La phase I de la stratégie GNSS AFI a préconisé la mise en œuvre d'un banc d'essai du futur SBAS dans un environnement représentatif de la Région AFI. Trois zones, A pour l'Afrique Centrale, B pour l'Afrique du Sud et C pour l'Afrique de l'est ont été définies. L'ASECNA s'est portée candidate pour la mise en œuvre du banc en zone A et a négocié avec la Commission et l'Agence Spatiale Européenne le prêt des RIMS. Le support technique pour l'avionique et le traitement des données EGNOS est fournie par l'Aviation Civile Française (DGAC).

4.2 Objectifs établis au démarrage du projet

- a) vérifier les performances de navigation dans certaines zones et sur certains aéroports d'Afrique de l'Ouest et Centrale;
- b) valider le modèle de simulation en dehors de l'Europe;
- c) évaluer certains aspects critiques (réseaux de communication, récepteur, mode d'expansion,...);
- d) analyser l'impact des phénomènes ionosphériques;
- e) évaluer la conception et l'utilisation des procédures d'approches APV1;
- f) sensibiliser les futurs usagers et fournisseurs de services GNSS;
- g) sensibiliser et former le personnel ASECNA sur la technologie GNSS;

- h) développer une expertise dans le domaine afin de préparer la mise en œuvre du futur système.

4.3 Des essais en vols ont eu pour objet de démontrer les bénéfices de l'APV1 tels que :

- a) contrôle de la position verticale par le signal EGNOS et les repères de descente additionnels;
- b) absence de pallier avant le point d'approche interrompu;
- c) réduction du risque de CFIT (Controlled Flight Into Terrain);
- d) Possibilité de réduction des minima.

4.4 **Essais de DAKAR**

4.4.1 Etape préparatoire à la mise en œuvre du banc d'essais EGNOS dans les zones A, B et C, l'installation à l'aéroport de Dakar d'une station de référence mobile (RIMS) en juillet 2002 a permis d'obtenir une disponibilité à 95% du signal EGNOS généré par le banc d'essai européen (ESTB) dans la région de Dakar.

Cette capacité, rendu possible grâce à un partenariat (basé sur le principe de non échange de fonds) entre l'ASECNA, l'ESA, la Commission Européenne, EUROCONTROL, les Aviations Civiles Française (DGAC) et Espagnole (AENA) a permis de faire une évaluation préliminaire des performances GNSS par le biais d'essais statiques et dynamiques.

L'installation d'une avionique EGNOS et de moyens de visualisation dans l'avion de calibration ATR42 de l'ASECNA a permis d'effectuer des essais dynamiques et des démonstrations en vol sur différents aéroports.

4.4.2 Les résultats des essais effectués Dakar sont les suivants :

- a) 12 séries de vols en trois jours avec plus de 30 approches APV1 comparées à l'ILS;
- b) plus de 70 participants incluant des pilotes, des représentants de l'OACI, de diverses Aviations Civiles Africaines et Françaises, de l'Agence Spatiale Européenne et d'Eurocontrol;
- c) 20 personnes de l'ASECNA formées sur la technologie GNSS et le traitement GPS;
- d) les vols ont montré une qualité de guidage proche de celle de l'ILS. Des démonstrations ont eu lieu sur une extrémité de piste non équipée d'un ILS;
- e) une précision de type APV 2 a été atteinte durant la plupart des approches, malgré une configuration de stations réduites;
- f) l'importance des effets ionosphériques a été constatée et des analyses détaillées;
- g) tous les résultats montrent une absence de non-intégrité.

4.5 **Programme du banc d'essais EGNOS en Afrique centrale**

4.5.1 La mise en œuvre du banc d'essai EGNOS en zone A, située au niveau de l'équateur et très active du point de vue ionosphérique, est d'une importance fondamentale pour évaluer les performances d'un tel système.

4.5.2 Composé d'un réseau de 4 stations RIMS installées en avril 2003 par l'ASECNA à Lomé, N'djamena, Brazzaville et Douala et utilisant le réseau de communications par satellite de l'Agence pour relier les stations de références (RIMS) et le centre de traitement Européen situé en Norvège, il permet de disposer d'un niveau de performance APV1 sur le Togo, le Bénin, le Nigeria, le Cameroun, la Guinée Equatoriale et le Gabon.

4.5.3 Une importante campagne d'essais en vol et de démonstration a été effectuée sur cinq Etats africains (Togo, Nigeria, Cameroun, Guinée Equatoriale et Gabon) en juin 2003 et des campagnes d'essais statiques sont toujours en cours.

4.5.4 Le banc d'essai en zone A va contribuer à évaluer les performances du signal EGNOS en région équatoriale et préparer les essais prévus en zones B (Afrique du Sud) et C (Afrique de l'Est).

4.6 **Conclusions préliminaires**

4.6.1 Ces essais préliminaires montrent la capacité d'EGNOS à satisfaire les besoins AFI tels que définis dans les phases 1 et 2 de la stratégie GNSS AFI en fournissant un signal permettant d'effectuer des approches de type APV1.

4.6.2 Les essais et démonstrations en région AFI ont été rendus possible par une coopération étroite et exemplaire avec l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et la Commission européenne.

4.6.3 Beaucoup de travaux restent à faire pour finaliser la phase 1 et mettre en œuvre la phase 2, principalement :

- a) analyser les résultats du banc d'essai AFI;
- b) finaliser l'architecture SBAS requise pour la Région AFI et les adaptations nécessaires au système EGNOS;
- c) préparer le financement (voir note 1);
- d) étudier les aspects institutionnels;
- e) inciter les usagers potentiels à s'équiper en avionique GNSS;
- f) accélérer la standardisation des procédures APV1 par l'OACI.

4.6.4 Selon certaines estimations, le marché mondial de la navigation est estimé à 50 milliards d'euros en 2005, le coût de quelques stations en Afrique est donc marginale.

*Note 1.— Le coût d'une extension d'EGNOS en Afrique est estimé entre **15 et 20 millions de dollars** (hors infrastructure de communications, coûts de communications et de maintenance et avionique).*

5. CONCLUSION

5.1 Les essais ont clairement montré les bénéfices apportés par l'utilisation du GNSS dans la Région AFI, suivant l'exemple d'autres régions dans le monde. Cela garantit que l'objectif sans couture de l'ATMOC peut être satisfait dans la Région AFI.

5.2 Le concept d'ATM opérationnel global (GATMOC) reconnaît le besoin d'un système global, sans couture, sûr et efficace pour la navigation aérienne. Le GNSS, avec ses divers augmentations (WAAS et LAAS aux USA, EGNOS en Europe, MTSAT/MSAS au Japon, GAGAN en Inde,) est le système le plus adapté pour satisfaire la plus grande part de ces exigences. Ceci est particulièrement valable pour la région AFI où les coûts de mises en œuvre et les difficultés d'exploitation sont excessifs.

6. ACTIONS A PRENDRE PAR LA CONFERENCE

6.1 La Conférence est invitée à :

- a) noter la contribution de l'ASECNA à la mise en œuvre du GNSS dans la Région AFI et l'expertise obtenue en la matière;
- b) recommander que, en tant que contribution à un ATM global et sans coutures, les programmes de développement des fournisseurs de systèmes de compléments satellitaires étendus (SBAS) incorporent la capacité de déploiement et le pré-financement des infrastructures nécessaires à la mise en œuvre de capacités APV1 dans les régions et Etats voisins ou inclus dans la couverture satellitaire et la région de service;
- c) recommander que les Etats établissent le cadre de travail institutionnel nécessaire à l'utilisation du GNSS;
- d) recommander que les opérations d'approche avec guidage vertical de type 1 (APV1) utilisant le GNSS soient considérées comme une exigence formelle de l'OACI au niveau mondial;
- e) inciter les compagnies aériennes et usagers potentiels à s'équiper de l'avionique nécessaire;
- f) appeler les fournisseurs de services de navigation aérienne et utilisateurs potentiels à participer aux activités de mise en œuvre pré-opérationnelle et opérationnelle des systèmes SBAS.