



ICAO

IIM/SG/3 IPXX

## ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE

Troisième réunion du Sous-Group de Gestion de l'Infrastructure et de l'Information  
d'APIRG (IIM/SG/3), Réunion en ligne, 12-14 Octobre 2020

Point n°4 de l'ordre du jour : Etat de mise en œuvre des projets régionaux adoptés par APIRG

### Statut de développement du "SBAS for Africa & Indian Ocean"

*(Préparé par l'ASECNA)*

#### RESUME

Les services SBAS sont des catalyseurs clés d'un continuum harmonisé de l'espace aérien en Afrique pilier essentiel pour l'opérationnalisation du Marché Unique du Transport Aérien (MUTAA), et de la mise en œuvre de la Politique et de la Stratégie Spatiale de l'Union Africaine qui appelle à la mise en place d'un système "autochtone" d'augmentation de niveau continental pour la navigation en Afrique.

A cet égard, le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean", reconnu par l'OACI au sein de l'Annexe 10, a pour principal objectif la fourniture autonome aux usagers de l'espace aérien de services mono-fréquence (L1) initiaux à partir de 2024, avec une couverture progressive du continent. Ces services soutiendront les opérations en-route/NPA, APV-1 et CAT-I, et amélioreront ainsi les opérations PBN et ADS-B en Afrique pour toutes les phases de vol.

Cette note de travail présente le statut de développement du programme.

La réunion est invitée à :

- prendre note des importants progrès et s'appropriier le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean"
- considérer l'initiative "SBAS for Africa & Indian Ocean" comme un programme phare pour le bénéfice du continent, et donner mandat pour accélérer son déploiement sous l'égide de la Commission de l'Union Africaine et de la Commission Africaine de l'Aviation Civile
- encourager les autres initiatives ou réflexions en vue de mutualiser les moyens et de disposer à moyen ou long terme de capacités de fourniture de services SBAS pour l'ensemble de l'Afrique

*Objectifs stratégiques*

A – Sécurité, B – Capacité et efficacité de la navigation aérienne,  
D – Développement économique

*KPIS et Modules ASBU B0 concernés*

PIA 1 (B0 – APTA), PIA 3 (B0 - FRTO), PIA 4 (B0-CDO)

## 1. INTRODUCTION

1.1 L'utilisation des technologies habilitantes constitue un pilier fondamental de l'opérationnalisation du Marché Unique du Transport Aérien (MUTAA). En effet, les technologies, infrastructures et services spatiaux, et notamment les services de navigation par satellite, offrent de nouvelles et innovantes solutions pour adresser les défis opérationnels et techniques de la navigation aérienne sur le continent, en vue de favoriser la croissance et le développement.

1.2 A cet égard, le programme dénommé "SBAS for Africa & Indian Ocean", reconnu par l'OACI pour la fourniture de services SBAS en Afrique sous l'identifiant n°7 selon les dispositions de l'Annexe 10, est en cours de développement pour le bénéfice de la région AFI. Il vise essentiellement à la fourniture de manière autonome des services SBAS mono-fréquence (L1) à compter de l'horizon 2024, afin de renforcer les opérations de navigation et de surveillance, et de satisfaire les besoins afférant des usagers.

1.3 Au-delà du MUTAA et de sa composante relative au Ciel Unique, l'initiative s'inscrit également dans la mise en œuvre de la Politique et de la Stratégie Spatiale de l'Union Africaine, qui appelle à la mise en place d'un système "autochtone" d'augmentation de niveau continental pour la navigation en Afrique. Elle est développée également dans le cadre du Partenariat Stratégique Afrique-UE.

## 2. FAISABILITE DU SBAS EN AFRIQUE

2.1 La navigation par satellite est un catalyseur de la navigation de surface (RNAV) et fournit une flexibilité pour des nouvelles routes, innovantes et plus efficaces, permettant de réduire le temps de vol, les émissions de bruit et de CO<sub>2</sub>, tout en augmentant la sécurité des vols, notamment dans les phases d'arrivée et d'atterrissages, grâce à des approches de précision.

2.2 Les constellations de base (comme le GPS) permettent en effet uniquement des approches de non-précision, avec un guidage latéral géométrique uniquement, le segment d'approche final étant volé en utilisant la technique CDFA (Continuous Descent Final Approach). Le guidage vertical ne peut être fourni, principalement pour des raisons d'observation des satellites. Cette absence de guidage vertical est un facteur contributif important au risque d'accident de type CFIT.

2.3 La navigation verticale fondée sur la barométrie peut être utilisée, mais cette dernière a des limitations opérationnelles et de sécurité, pour des raisons de dépendance vis-à-vis de la saisie du QFE et de minima non optimaux. De son côté, bien que fournissant un guidage horizontal et vertical, l'ILS nécessite une infrastructure au sol locale, et n'est pas déployé sur tous les seuils de piste. Seuls les aéroports principaux sont servis par des ILS, et quand c'est le cas, généralement un seul seuil de piste est concerné.

2.4 En fournissant un guidage géométrique horizontal et vertical, sans besoin d'infrastructure locale au sol, et en offrant un minima plus bas pouvant aller jusqu'au 200 pieds comme pour l'ILS CAT-I, les services SBAS fournissent une solution efficace pour des approches de précision partout et en tout temps.

2.5 Cette solution est permise par les performances augmentées offertes par le SBAS, en termes de disponibilité, de continuité et d'intégrité des opérations. Cependant, ces performances peuvent être affectées par la perturbation des signaux des constellations de base à cause de l'ionosphère, plus particulièrement dans la région équatoriale où elle a une dynamique particulière par rapport à celle des moyennes et hautes latitudes.

2.6 Dans ce contexte, des études de faisabilité ont été conduites entre 2011 et 2015 pour caractériser de l'ionosphère et optimiser les algorithmes de correction SBAS pour la région équatoriale Africaine.

2.7 Avec le soutien de l'Agence Spatiale Française (CNES) et de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), un réseau dédié de stations GNSS, appelé SAGAIE, a été déployé pour collecter et traiter les données GNSS réelles des constellations de base.



Figure 1: Réseau SAGAIE de stations GNSS

2.8 Les études conduites ont porté sur une analyse des scintillations, des bulles de plasma et du Contenu Electronique Total (TEC), afin de caractériser les phénomènes physiques de l'ionosphère équatoriale. Elles ont également compris une émulation SBAS en utilisant une plateforme de test représentative et un réglage avancé des algorithmes de correction SBAS.

2.9 Ces études ont démontré la faisabilité d'un niveau de service SBAS APV-1 conforme avec les dispositions de l'Annexe 10 de l'OACI, y compris pendant les périodes d'activité élevée de l'ionosphère.

2.10 Cette démonstration positionne l'ASECNA à la pointe de cette problématique technique dans le monde.

### 3. FOURNITURE DE SERVICES ET INFRASTRUCTURE

3.1 Le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean" vise principalement la fourniture autonome de service de sauvegarde de la vie (SoL) pour les applications critiques de sécurité dans l'aviation, en soutien aux opérations en-route/NPA (RNP 0.3), APV-I et CAT-I selon trois niveaux de service distincts.

3.2 La stratégie globale de fourniture de service consiste à répondre aux besoins des utilisateurs avec une approche incrémentale en termes de couverture et de performances, tout en considérant l'évolutivité vers la prochaine génération DFMC (Bi-fréquence Multi-Constellation).

3.3 Plus particulièrement, le plan de fourniture de services comprend trois étapes essentielles :

- Fourniture d'un service pré-opérationnel à partir de 2020 en Afrique de l'Ouest et Centrale, pour soutenir des démonstrations de terrain ;

- Fourniture de services mono-fréquence (L1) à partir de 2024 avec une couverture progressive potentielle du continent, pour soutenir les opérations en-route jusqu'aux approches CAT-I ;
- Fourniture de services DFMC au-delà de l'horizon 2028-2030, pour soutenir des opérations CAT-I autoland, voire au-delà

3.4 Le signal dans l'espace sera conforme aux normes et pratiques recommandées de l'OACI contenues dans l'Annexe 10, aux spécifications de performances opérationnelles minimales correspondantes du RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) et de l'EUROCAE (Organisation européenne pour l'équipement de l'aviation civile). Il sera ainsi interopérable avec les autres SBAS, assurant une transition sans couture pour les avions allant vers et venant d'autres zones de service SBAS.

3.5 L'infrastructure pour soutenir cette fourniture autonome de services sera la propriété d'acteurs Africains qui l'opéreront, telle une solution déployée par l'Afrique pour le bénéfice de l'Afrique.

3.6 Cette infrastructure comprendra un réseau de stations de référence (NRS), des centres de contrôle des missions (MCC), des stations de liaison montante (NBS), un réseau étendu de transport de données SBAS, et un segment spatial comprend un ou plusieurs satellites géostationnaires.

3.7 Les messages de correction SBAS sont générés par une infrastructure sol et transmis aux avions dans les zones de service grâce à un ou plusieurs satellites géostationnaires, constituant le segment spatial. Les messages de correction sont calculés au niveau de Centres de Contrôle de la Mission (MCC) par des algorithmes utilisant les données des constellations GPS et GALILEO, collectées par un réseau de stations de référence (NRS) dont la répartition géographique permet d'optimiser l'observation des satellites et des conditions de propagation de leurs signaux. Ces messages sont ensuite transmis par des Stations de liaison montante (NBS) au segment spatial qui, à son tour, diffuse ces messages à tous les avions dans les zones de service.

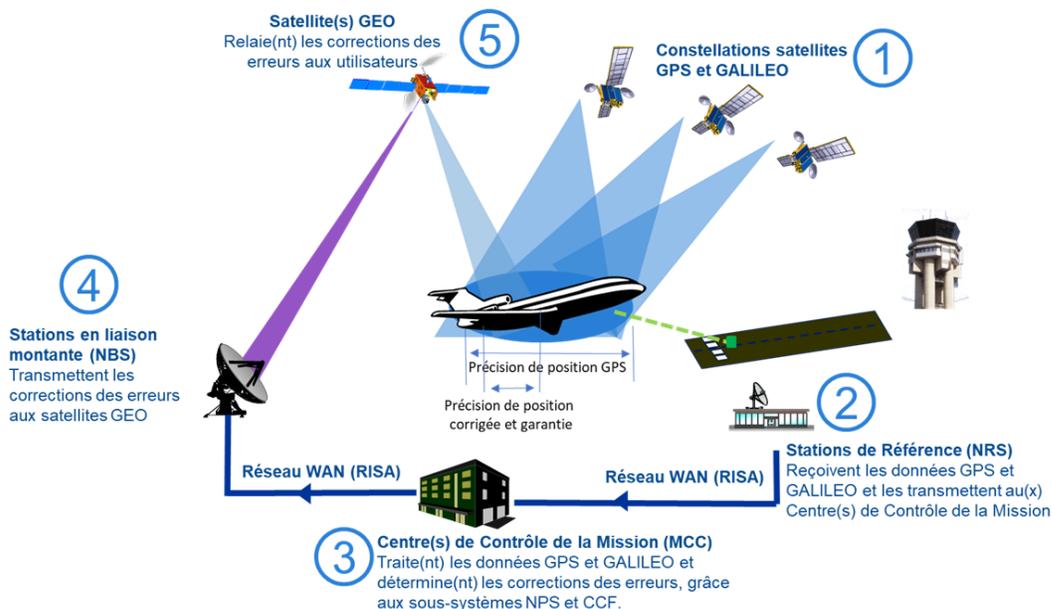


Figure 2: Concept du “SBAS for Africa & Indian Ocean”

3.8 Concernant les services L1, le statut de développement du système à ce jour est le suivant :

- L'architecture du système est pleinement définie
- La conception préliminaire du système, en conformité avec l'architecture définie, est terminée
- Les zones de service progressives et les performances associées sont validées
- Les plans de développement et de déploiement du système sont élaborés, tout comme le plan de migration vers le DFMC

3.9 Les prochaines étapes visent à procéder au Développement, à la qualification, au déploiement et à la mise en opération du système. Les Revues de Conception Critique (CDR) et d'Acceptation (AR) sont prévues respectivement en 2022 et 2023, en vue d'une entrée en opérations en 2024.

#### 4. COUVERTURE ET PERFORMANCE POTENTIELLES

4.1 La couverture et les performances potentielles sont aujourd'hui validées avec un engagement industriel

4.2 Les cartes suivantes montrent les performances atteignables sur la région AFI pour les niveaux de service en-route/NPA et APV-1 :

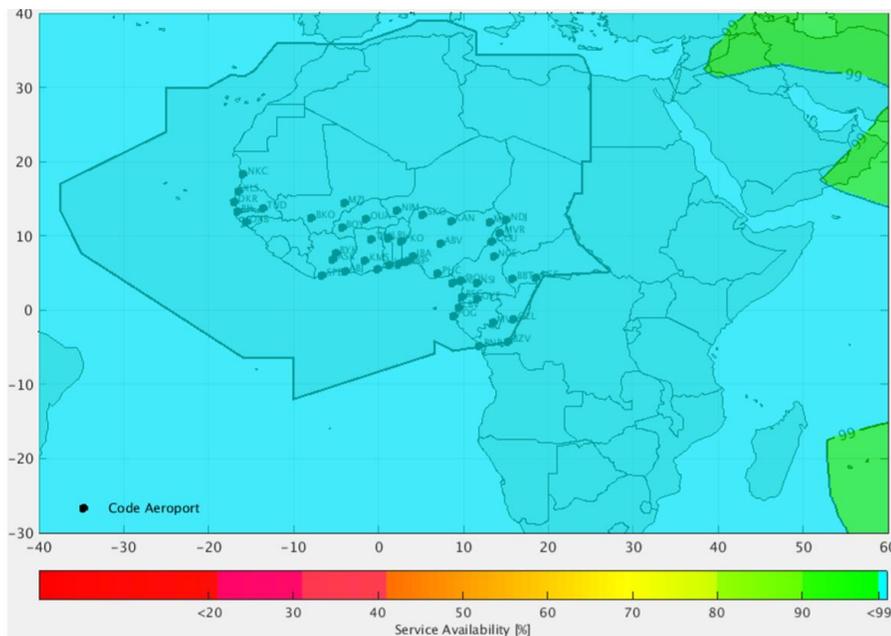


Figure 3: Carte de disponibilité du service En-route/NPA



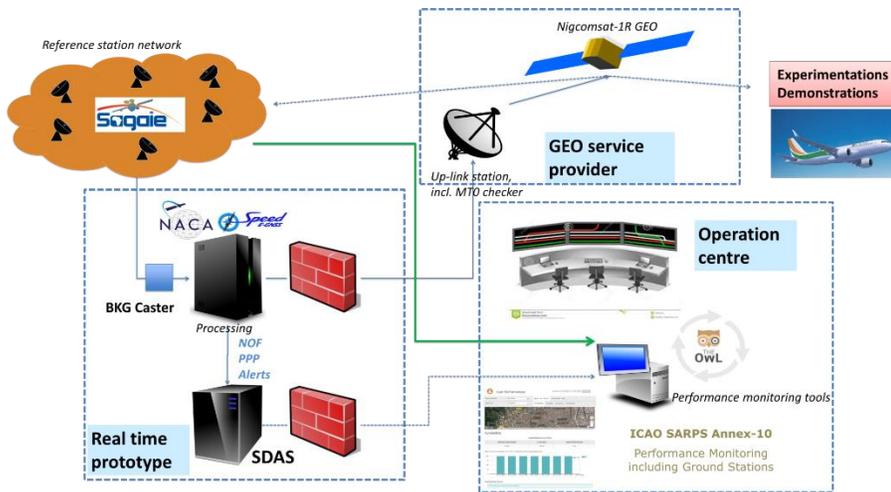


Figure 5 : Architecture du système pré-opérationnel

5.4 Ce signal est conforme aux normes et pratiques recommandées de l'OACI (Annexe 10) ainsi qu'aux spécifications de performances opérationnelles minimales du RTCA (DO-229E). Il comprend un message standardisé de type MT0, qui évite toute utilisation pour des applications critiques de sécurité, notamment par des aéronefs dotés de récepteurs SBAS certifiés. Il est visible dans l'ensemble de la région AFI, jusqu'aux côtés ouest-australien, ainsi qu'en Europe, suivant la zone de couverture du satellite NigComSat-1R :

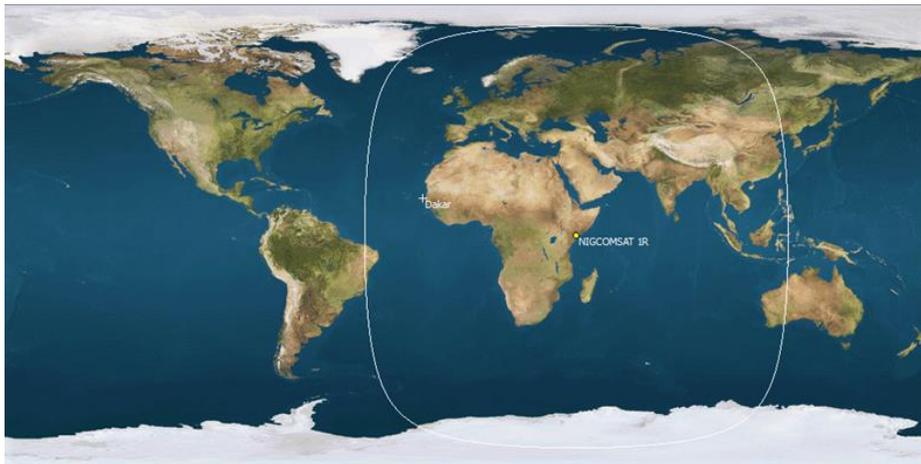


Figure 6: Couverture du GEO Nigcomsat 1-R (PRN 147)

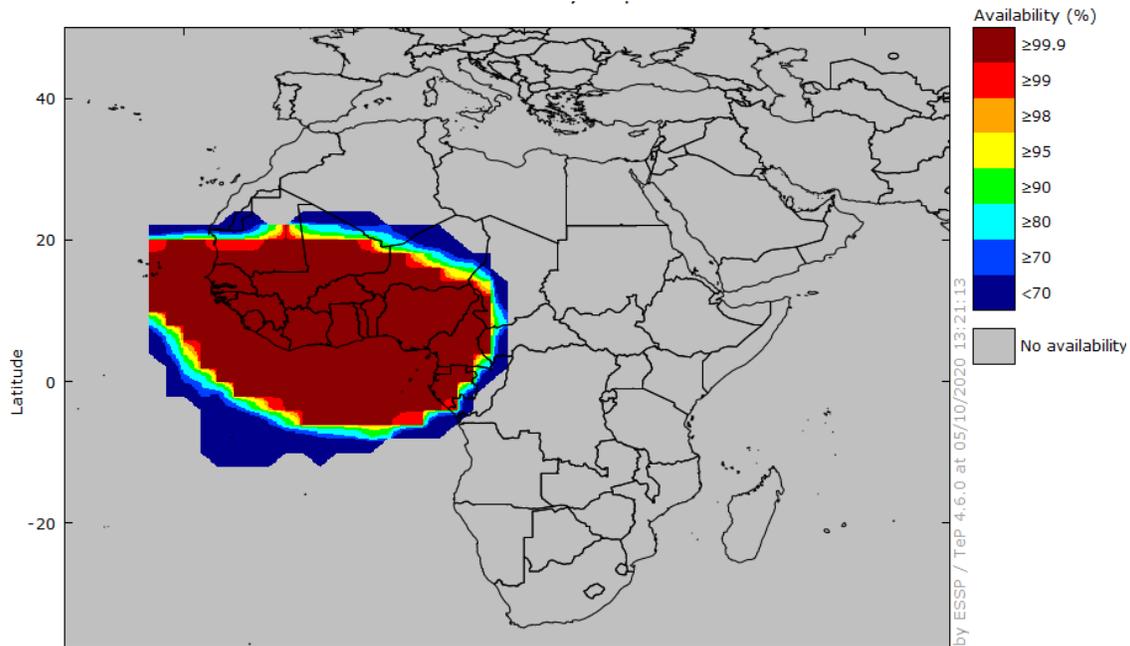


Figure 7: Disponibilité du service APV-I pré-opérationnel (30 septembre 2020)

5.5 Suivie par la communauté internationale, la fourniture de ce service pré-opérationnel SBAS constitue une avancée majeure pour la navigation par satellite en Afrique.

## 6. PROCHAINES ETAPES

6.1 Le sens de l'histoire va vers l'introduction du SBAS dans le monde comme des opérations de référence, à l'instar du GPS aujourd'hui. Le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean" vise à s'assurer que la région AFI n'est pas laissé sur le bord de la route de cette histoire.

6.2 "SBAS for Africa & Indian Ocean" constitue une initiative africaine à part entière, et a besoin d'être développée plus en avant en coordination avec la CAFAC, et sous l'égide de l'Union Africaine.

6.3 Concernant la planification, les services SBAS doivent être positionnés comme une priorité haute de la Stratégie GNSS AFI, et leur déploiement doit être accélérés pour améliorer la sécurité et l'efficacité de la navigation aérienne, et répondre aux besoins des utilisateurs. Ce point ne serait aucunement en contradiction avec le besoin d'analyse d'impact demandée par la conclusion APIRG 19/29, puisque cette analyse doit considérer toutes les initiatives SBAS en développement, comme requis par le Comité Technique Spécialisé Ministériel TTIEET de l'Union Africaine.

7. **SUITES À DONNER PAR LA RÉUNION**

7.1 La réunion est invitée à:

- prendre note des importants progrès et s'appropriier le programme "SBAS for Africa & Indian Ocean"
- considérer l'initiative "SBAS for Africa & Indian Ocean" comme un programme phare pour le bénéfice du continent, et donner mandat pour accélérer son déploiement sous l'égide de la Commission de l'Union Africaine et de la Commission Africaine de l'Aviation Civile
- encourager les autres initiatives ou réflexions en vue de mutualiser les moyens et de disposer à moyen ou long terme de capacités de fourniture de services SBAS pour l'ensemble de l'Afrique