

GUIDE DE PRESENTATION DES SERVICES DU SYSTEME A-SBAS

SERVICES

Le système A-SBAS a pour objectif principal de fournir les services suivants :

- **Le service de Sauvegarde de la Vie** (Safety of Life « SoL ») : service de fourniture des informations de positionnement, destiné aux utilisateurs pour lesquels la sécurité est essentielle. Ce service répond à des exigences de disponibilité, de continuité et de précision imposées, il comprend une fonction d'intégrité permettant de prévenir l'utilisateur en cas de dysfonctionnement, et une fonction d'alerte de non-disponibilité (bulletin NOTAM). De plus le service « SoL » comprend différents niveaux de services.
- **Le service ouvert** (Open Service « OS ») : service de fourniture des informations de positionnement et de synchronisation, destiné aux applications de masse dans une zone de couverture donnée
- **Le service d'accès aux données A-SBAS** (« SDAS ») : service d'accès aux données du système (mesures brutes, messages diffusés, paramètres de fonctionnement du système, etc.) destiné aux utilisateurs ou aux prestataires de services connectés à un serveur de données du système.

Un service de démonstration A-SBAS est également fourni par le programme A-SBAS.

1. SAUVEGARDE DE LA VIE

C'est un service de fourniture des informations de positionnement, destiné aux utilisateurs pour lesquels la sécurité est essentielle. Ce service répond à des exigences de disponibilité, de continuité et de précision imposées, il comprend une fonction d'intégrité permettant de prévenir l'utilisateur en cas de dysfonctionnement, et une fonction d'alerte de non-disponibilité (bulletin NOTAM).

Envisagé pour les besoins opérationnels de l'aviation civile dans le cadre de l'étape 1 (fourniture de services SBAS monofréquence GPS L1) du programme A-SBAS, le service de sauvegarde de la vie (SoL) prévoit les niveaux de service suivants :

- Niveau de service « En-Route/NPA »
- Niveau de service « APV-I »
- Niveau de service « CAT-I »

Cependant, le service SoL est également destiné à prendre en charge les applications d'autres domaines tels que le maritime, le ferroviaire et le routier.

1.1. En-Route/NPA

Ce niveau de service est défini pour les opérations d'approche de non-précision (NPA) et pour les opérations concernées par les spécifications de navigation PBN autres que la spécification RNP APCH, non seulement pour les approches mais également pour les autres phases de vol, notamment la phase « en-route ».

La zone de service sur laquelle le niveau de service « En-route/NPA » sera fourni se présente comme suit :

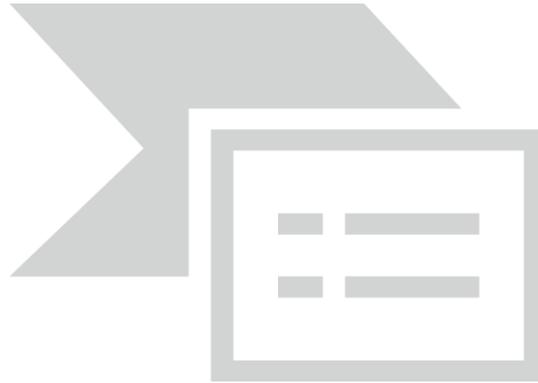


Figure 1 : Carte de disponibilité en-route/NPA (2025)

1.2. APV-1

C'est un niveau de service assuré pour les opérations d'approche PBN avec guidage vertical supportant la spécification de navigation RNP APCH jusqu'à des minima LPV aussi bas que 250 pieds.

La zone de service sur laquelle il est envisagé de fournir le niveau de service APV-1 est évolutive et se présente comme suit :

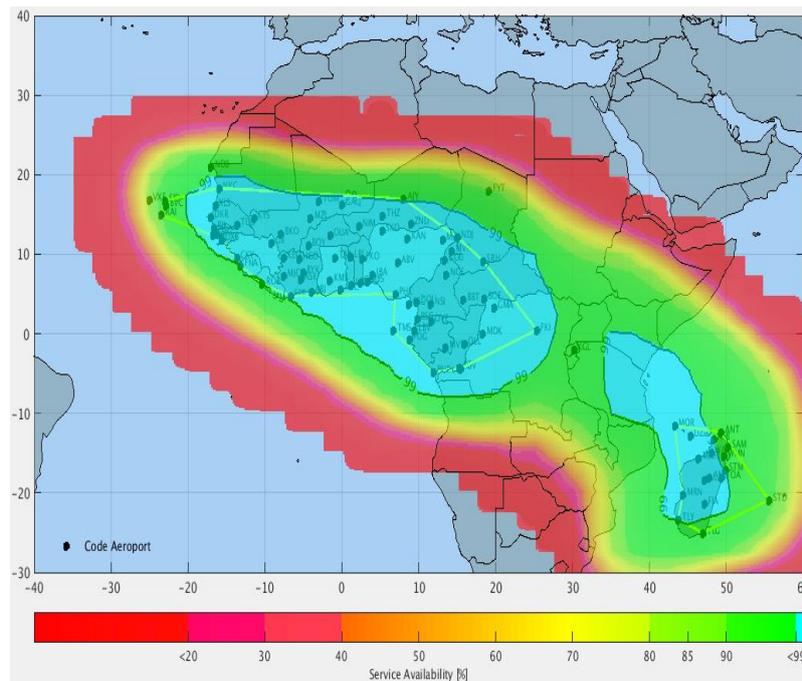


Figure 2 : Carte de disponibilité APV-1 (2025)

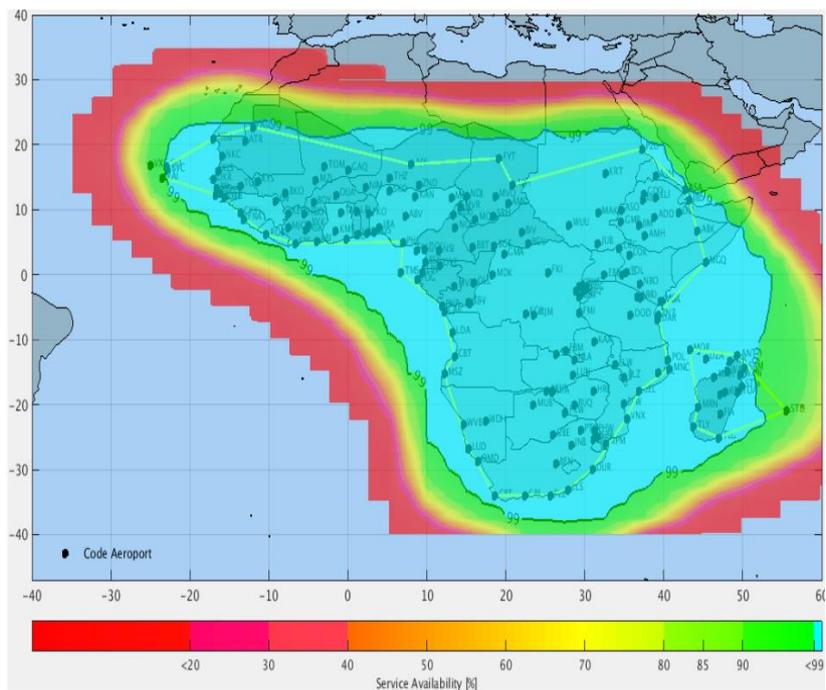


Figure 3 : Carte de disponibilité APV-1 (potentielle pour 2025+)

1.3. CAT-I

Le niveau de service SBAS CAT-I est un niveau de service équivalent à celui de l'ILS CAT-I. Il est destiné aux opérations d'approche réalisées avec la spécification de navigation PBN RNP APCH, avec des minima LPV aussi bas que 200 pieds.

La zone de service visée pour la fourniture le service SBAS CAT-I est la même que celle ciblée pour le niveau de service APV-I

2. SERVICE OUVERT

Le service ouvert SBAS est service de fourniture des informations de positionnement et de synchronisation destiné aux applications de masse pour lesquelles l'intégrité du signal GNSS n'est pas un enjeu.

Il s'agit d'applications dans des domaines variés comme l'agriculture, le maritime, la géolocalisation, le transport routier, le ferroviaire.

La zone de service OS visée est évolutive. Il s'agit des Etats membres d'Afrique de l'Ouest, d'Afrique centrale et de l'Océan Indien à partir de 2025, avec une possibilité d'une couverture de tous les Etats d'Afrique sub-saharienne au-delà.

3. SERVICE D'ACCES AUX DONNEES

Le service d'accès aux données du système (mesures brutes, messages diffusés, paramètres de fonctionnement du système, etc.) est destiné aux utilisateurs ou aux prestataires de services connectés à un serveur de données du système.

4. SERVICE DE DEMONSTRATION

4.1. Signal de démonstration

Première étape majeure du plan de fourniture de services A-SBAS (Etape 0), la fourniture du service de démonstration SBAS est effective depuis septembre 2020, en plein conformité avec les normes et pratiques recommandées (SARPs) de l'OACI et des spécifications de performances opérationnelles minimales (MOPS) du DO-229 du RTCA.

Le signal dans l'espace L1 est généré et diffusé à partir d'une infrastructure de démonstration composée de :

- Le réseau de stations GNSS SAGAIE, héritage du projet SAGAIE sur la caractérisation de l'ionosphère, complété par des stations additionnelles
- Un prototype système représentatif utilisation des jeux de traitement et des algorithmes de correction avancés, optimisés pour les conditions ionosphériques en Afrique
- Une station de liaison montant déployée à Abuja (Nigéria) et la charge utile de navigation du satellite GEO NigComSat-1R, exploitant le code PRN 147.

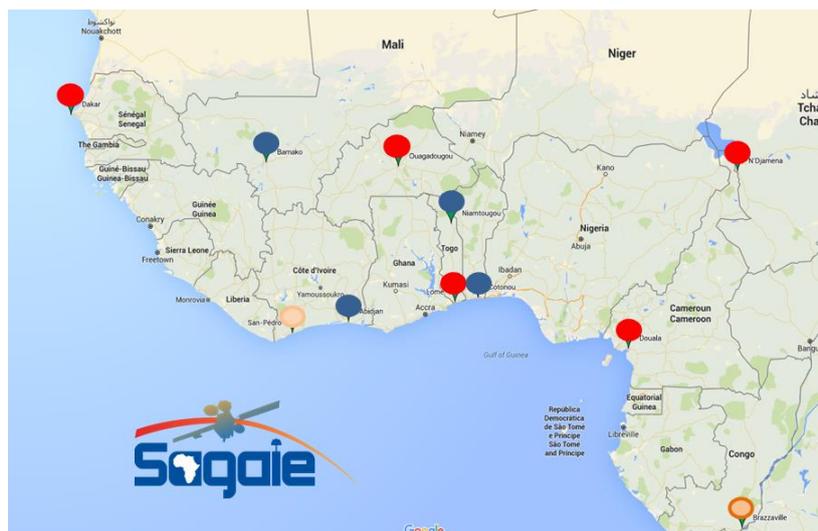


Figure 4: Réseau SAGAIE étendu



Figure 5: Zone de couverture NigComSat-1R

Les performances observées pour les niveaux de service APV-1 et OS sont très bonnes considérant le réseau limité de stations GNSS :

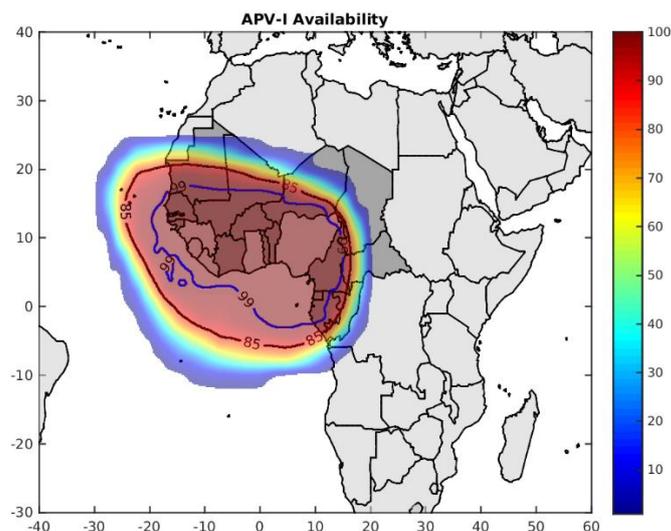


Figure 6: Carte de disponibilité du service APV-1 de démonstration

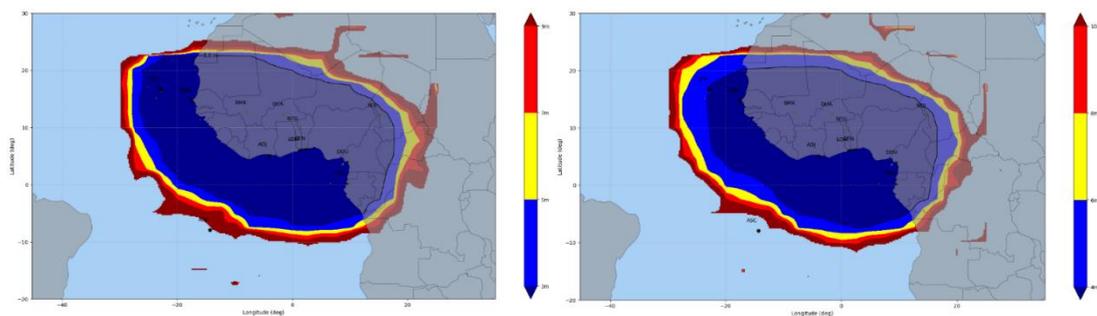


Figure 7: Carte de disponibilité du service OS de démonstration (gauche: précision horizontale 3m@100%, droite: précision verticale 4m@100%)

L'infrastructure de démonstration diffuse également un signal de test sur la fréquence L5 pour rendre des premiers services auxiliaires sur ce canal.

4.2. Démonstrations de terrain A-SBAS

Exploitant le service APV-1 de démonstration en L1, une série de 5 démonstrations de vol a été réalisée le 27 janvier 2021 à l'aéroport de Lomé-Tokoin (DXXX, Togo) en utilisant l'ATR42-300 de l'ASECNA, équipé pour l'occasion d'un récepteur spécifique et d'un écran de navigation spécifiques, pour voler la procédure d'approche et d'atterrissage LPV conçue pour la piste 22.



Figure 8: ATR42-300 de l'ASECNA



Figure 9: Poste de pilotage équipé pour le vol de démonstration d'un écran de navigation externe

Ces démonstrations ont montré en configuration réelle les performances techniques du signal et validé l'infrastructure de démonstration selon une approche globale.

La trajectoire de vol enregistrée pour le scénario de vol précité est la suivante :



Figure 10: Trajectoire de vol enregistrée vs. carte de procédure

Ces résultats confirment sur le terrain la qualité du signal de démonstration sur L1, et ainsi l'adéquation des modèles ionosphériques et l'efficacité des algorithmes de correction avancés qui ont été développés.

Au-delà d'une validation technique, ces démonstrations ont aussi fourni l'opportunité de promouvoir sur le terrain les bénéfices des opérations SBAS, en termes d'amélioration de la sécurité, de réduction des coûts opérationnels et de protection environnementale. Les VIPs et pilotes d'ASKY et d'Air Côte d'Ivoire, embarqués pour l'occasion, ont fourni des retours très positifs à cet égard. Un clip vidéo des démonstrations est disponible ici :

<https://www.youtube.com/watch?v=UGz4xPxTYaU>

Une seconde série de démonstration a été conduite avec succès le 2 juin 2021 entre Douala et Kribi au Cameroun avec un hélicoptère AS365 N3 de l'opérateur Heli-Union. Cet hélicoptère a réalisé un vol de démonstration suivant une route à basse altitude (LLR) reliant deux approches de type 'point-in-space' (PinS) (avec des minima LPV) à l'aéroport de Douala et un point proche des plateformes pétrolières de la côte de Kribi.



Figure 11: Hélicoptère Heli-Union AS365 N3



Figure 12: Poste de pilotage équipé pour le vol de démonstration d'un écran de navigation externe

L'opérateur de l'hélicoptère et ses pilotes ont fourni un très bon retour sur ce vol de démonstration, mettant en exergue la capacité à conduire des opérations en toute condition météorologique.

Enfin, deux démonstrations sur des services auxiliaires (au-delà de l'aviation) ont été conduites également avec succès les 7 et 8 juillet 2021 à Brazzaville (Congo) avec le signal démonstration A-SBAS sur L5 fournissant un service ouvert.

La première a concerné le service d'alerte en cas d'urgence (EWS) par satellite. Elle a démontré la capacité du système à diffuser un message d'alerte par le signal A-SBAS de démonstration aux téléphones mobiles, sans requérir d'infrastructure au sol. Ce service transmet un message d'urgence aux populations concernés, fournissant des informations sur le type de danger et les instructions à suivre.

La seconde a porté sur la transmission de correction GNSS par le signal A-SBAS de démonstration A-SBAS à des prototypes de terminaux utilisateur proche du marché pour des applications de positionnement précis (PPP).

5. SYSTEME A-SBAS

L'architecture de référence du système, objet de la conception préliminaire, est dimensionnée pour la fourniture des services L1 (Etape 1) tout en étant évolutive pour soutenir l'extension des zones de service pour les différents niveaux de service.

Cette architecture comprend :

- Un réseau de Stations de Navigation de Référence (NRS) déployés en différents emplacements pour collecter les données des signaux GPS et Galileo, avec une distribution géographique ajustée pour optimiser les observations des satellites et les conditions de propagation de leurs signaux. Ce réseau est évolutif pour soutenir l'extension incrémentale des zones de service.
- Deux Centres de Contrôle de Mission (MCC) comprenant des Systèmes de Traitement de Navigation (NPS) pour calculer les corrections SBAS et les bornes d'intégrité associées, et de Systèmes de Contrôle Centralisés (CCS) pour la surveillance et le contrôle du système
- Au moins deux Stations de Diffusion de Navigation (NBS) pour la liaison montante du signal transportant les messages SBAS vers la charge utile de navigation du ou des satellites GEO
- Un réseau étendu pour assurer les communications de données entre les différents sous-systèmes
- Un segment spatial composé de satellite(s) GEO

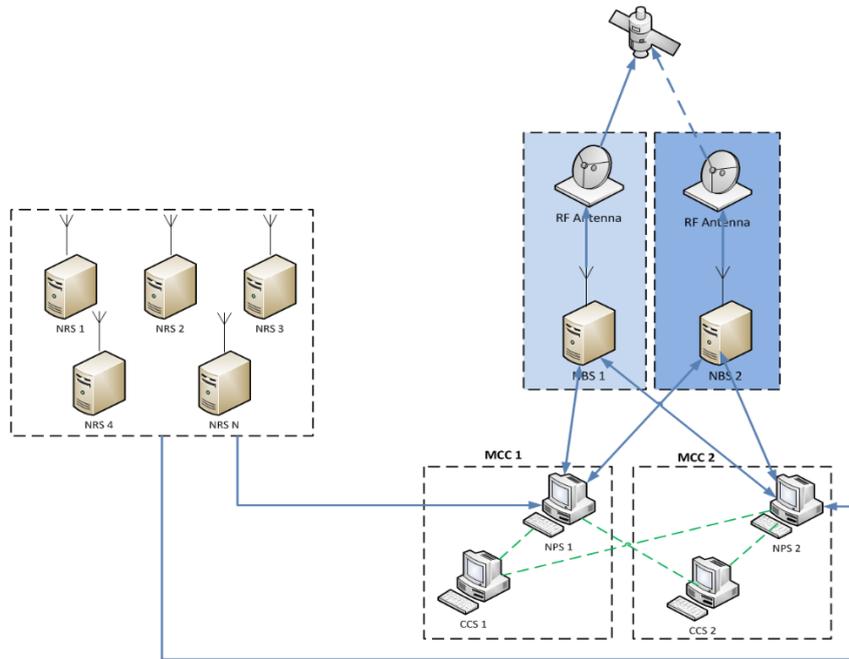


Figure 4 : Vue d'ensemble de l'architecture minimale

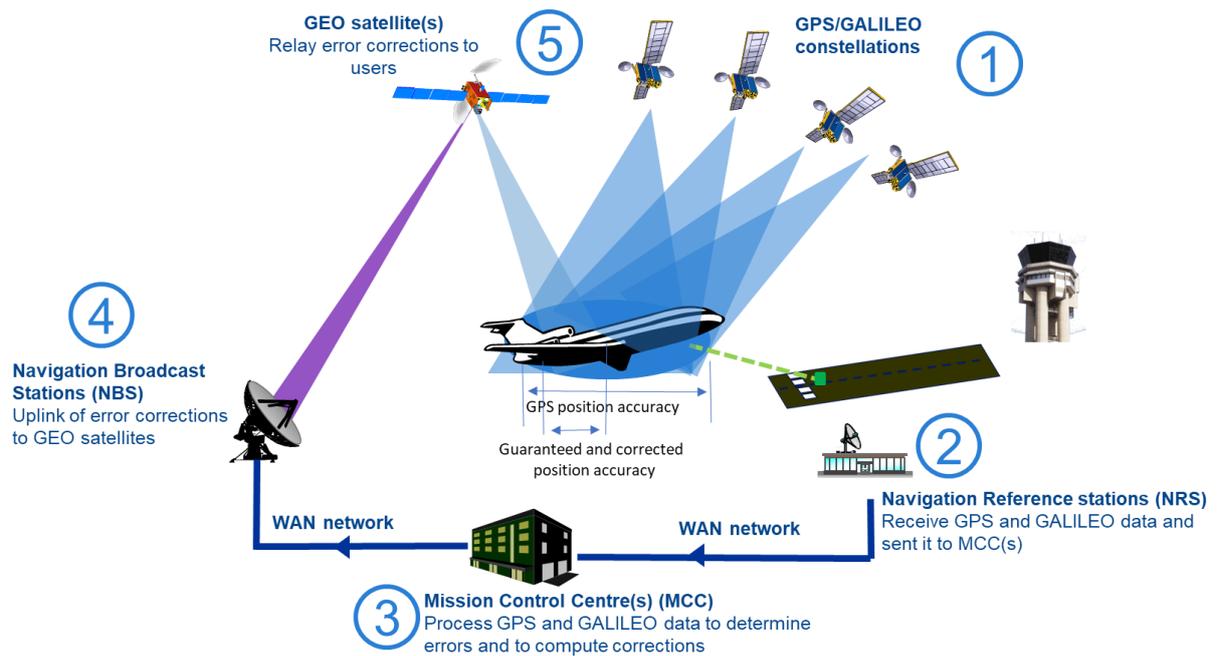


Figure 5 : Architecture fonctionnelle du système

Le système A-SBAS est conçu pour intégrer jusqu'à 3 satellites GEO, avec les NBS correspondantes. Le système est aussi évolutif pour soutenir la fourniture de services DFMC grâce à l'intégration de NPS dédiées additionnelles, sans impact sur la fourniture des services L1.