ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE

Deuxième réunion Groupe Afrique-océan Indien de planification et de mise en œuvre du système de l'aviation (AASPG/2)

Livingstone, Zambie, 2 - 6 novembre 2026

Point 4 de l'ordre du jour : Mise en œuvre des objectifs, cibles et indicateurs de sécurité et de navigation aérienne, y compris les priorités fixées dans les plans régionaux de sécurité de l'aviation et de navigation aérienne

Vulnérabilités du GNSS du point de vue des contrôleurs de la circulation aérienne (ATCO) et résilience opérationnelle

(Note présentée par la Région Afrique et Moyen-Orient(AFM) de l'IFATCA)

RÉSUMÉ	
La présente note d'information examine la vulnérabilité croissante des opérations ATM face aux perturbations du GNSS et leurs répercussions sur la Région AFI. Elle met en lumière les défis régionaux susceptibles d'amplifier les risques opérationnels et d'affecter la continuité du service. Elle propose des mesures concrètes pour renforcer la résilience face à la dégradation du GNSS, tout en soutenant la poursuite de la mise en œuvre de la PBN et de la modernisation de l'ATM. **La suite à donner par la réunion figure au paragraphe 3.**	
Objectifs stratégiques	*A. Chaque vol est sûr et sécurisé.* *B. L'aviation assure une mobilité sans faille, accessible et fiable pour toutes et tous.*

1. INTRODUCTION

1.1. La transformation de la navigation aérienne qui est passée de systèmes basés au sol à des opérations par satellite, a produit des avantages opérationnels substantiels, notamment une amélioration de l'efficacité des routes, une réduction de la consommation de carburant, une augmentation de la capacité de l'espace aérien, une plus grande accessibilité aux aérodromes éloignés et une couverture de surveillance renforcée.

1.2. En Afrique, la navigation basée sur le GNSS est devenue particulièrement importante en raison de la vaste étendue de nombreuses régions d'information de vol (FIR), de l'immensité des espaces aériens océaniques et continentaux éloignés, ainsi que de la disponibilité relativement limitée des infrastructures conventionnelles de navigation et de surveillance.

1.3. De nombreux États de la Région AFI ont adopté la mise en œuvre de la PBN en tant que moyen économique d'améliorer les services de navigation aérienne. Cependant, la dépendance croissante à l'égard du GNSS a créé une vulnérabilité stratégique. Les signaux GNSS restent sensibles aux phénomènes suivants:

- le brouillage intentionnel ;
- le leurrage et la manipulation des signaux ;

- les cybermenaces ;
- le brouillage provenant d'émetteurs non autorisés ;
- les dysfonctionnements d'équipements ;
- la météorologie de l'espace et les perturbations ionosphériques ;
- le brouillage transfrontalier des fréquences radioélectriques (RFI).

1.4. L'expérience opérationnelle récente à l'échelle mondiale a démontré que les perturbations du GNSS peuvent affecter plusieurs aéronefs simultanément, entraînant des déviations de route, une perte de confiance dans la surveillance, des difficultés de communication, une augmentation de la charge de travail des contrôleurs et des perturbations opérationnelles à l'échelle de l'ensemble du réseau.

2. ANALYSE

Dépendance croissante des opérations ATM au GNSS

2.1 Les systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) ont évolué, passant du statut d'aides à la navigation principalement complémentaires à celui de composantes fondamentales des systèmes modernes de gestion du trafic aérien (ATM). Dans toute la Région AFI, le GNSS soutient la navigation fondée sur les performances (PBN), la navigation de surface (RNAV), les opérations de qualité de navigation requise (RNP), la surveillance ADS-B, les systèmes d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS) ainsi que plusieurs applications de communication dépendantes du temps.

2.2 L'adoption croissante de la PBN a été particulièrement bénéfique pour la Région en permettant des routages plus directs, en améliorant l'accès aux aéroports éloignés, en réduisant la consommation de carburant, en augmentant la capacité de l'espace aérien et en soutenant les initiatives d'optimisation.

2.3 Cependant, cette transformation a également entraîné une dépendance croissante à l'égard des services de navigation spatiaux. Dans de nombreuses parties de la Région AFI, le GNSS est devenu le principal moyen de navigation et, dans certains cas, le seul vecteur des procédures de vol aux instruments modernes.

2.4 Par conséquent, toute dégradation ou perte des services GNSS est susceptible d'affecter simultanément plusieurs fonctions ATM. Une perturbation peut non seulement avoir une incidence sur la capacité de navigation d'un aéronef, mais peut également affecter les systèmes de surveillance qui dépendent des informations de position issues du GNSS ainsi que les systèmes de communication qui s'appuient sur des références satellitaires sensibles au facteur temps.

2.5 À mesure que la modernisation de l'ATM se poursuit en Afrique, la résilience des opérations dépendantes du GNSS devient ainsi un enjeu de sécurité stratégique.

Évolution des menaces qui pèsent sur la fiabilité du GNSS

2.6 Le panorama des menaces entourant le GNSS a considérablement évolué au cours des dernières années. Le brouillage des signaux de navigation par satellite n'est plus considéré comme un phénomène rare limité à des zones géographiques isolées. Les incidents de brouillage et de leurrage ont augmenté à l'échelle mondiale, les autorités de réglementation et les organisations professionnelles signalant un nombre croissant d'événements affectant les opérations de l'aviation civile.

2.7 Certes, bon nombre de ce cas sont associés à des zones de conflit et à des régions sous tensions géopolitiques, mais l'expérience a montré que les effets du brouillage peuvent s'étendre bien au-delà de la source immédiate et affecter des aéronefs évoluant dans les régions et les FIR adjacentes.

2.8 Le brouillage demeure la forme d'interférence la plus couramment rencontrée. Il se produit lorsque des émissions de radiofréquences empêchent les récepteurs GNSS d'acquérir ou de poursuivre les signaux satellites légitimes. Il peut en résulter une perte de la capacité de navigation, une dégradation des performances de surveillance ou une défaillance des systèmes dépendants de données temporelles précises.

2.9 À l'inverse, le leurrage introduit des signaux contrefaits qui peuvent amener les systèmes de l'aéronef à calculer une position, une vitesse ou une heure inexactes tout en continuant d'indiquer un fonctionnement apparemment normal. Du point de vue de l'ATM, le leurrage présente un défi particulièrement complexe, car les pilotes et les contrôleurs peuvent dans un premier temps ne pas se rendre compte que les informations de navigation affichées ne sont pas fiables.

2.10 L'expérience opérationnelle récente dans la Région AFI démontre que le brouillage du GNSS n'est pas seulement une préoccupation théorique ou mondiale. En République démocratique du Congo (RDC), des cas de leurrage du GNSS ayant affecté les opérations à l'intérieur et autour de la TMA Goma ont été documentés depuis mai 2024 et signalés à l'OACI par l'intermédiaire de l'APIRG. Cette expérience met en évidence le risque d'impact direct du brouillage du GNSS sur la navigation des aéronefs et les opérations ATM dans la Région.

2.11 La probabilité que des informations trompeuses soient acceptées comme valides suscite de sérieuses préoccupations en matière de sécurité, en particulier dans les environnements à forte densité de trafic ou pendant les phases critiques du vol.

2.12 Outre le brouillage intentionnel, les phénomènes naturels continuent de poser des défis opérationnels. La Région AFI est particulièrement sensible aux perturbations ionosphériques associées aux régions équatoriales et de basse latitude. L'activité solaire et les événements de météorologie de l'espace peuvent dégrader les performances et la précision du GNSS, ce qui souligne la nécessité d'une planification de la résilience qui prenne en compte les sources de perturbation tant intentionnelles qu'involontaires.

Impact sur la gestion du trafic aérien

2.13 Pour les contrôleurs de la circulation aérienne, les perturbations du GNSS ne constituent pas simplement un problème de navigation ; il s'agit d'un défi opérationnel complexe susceptible d'affecter la surveillance, les communications, la gestion de la charge de travail et l'assurance de la sécurité. La première difficulté réside souvent dans la détection même de la survenue d'un événement de brouillage.

2.14 Les contrôleurs de la circulation aérienne (ATCO) peuvent recevoir des notifications d'anomalies de navigation de la part des pilotes, observer des déviations inexpliquées par rapport aux routes attribuées, détecter des incohérences dans les trajectoires ADS-B ou faire face à des défaillances des communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC). Dans les cas impliquant un leurrage, il se peut qu'aucune indication immédiate ne signale que l'information de position sous-jacente est erronée, ce qui rend la détection particulièrement difficile.

2.15 La dégradation des capacités de surveillance constitue une autre préoccupation majeure. De nombreux prestataires de services de navigation aérienne (ANSP) de la Région AFI ont mis en œuvre l'ADS-B comme moyen économique d'assurer la surveillance dans les zones où la

couverture radar est indisponible ou financièrement inapplicable. Les positions ADS-B étant fréquemment issues du GNSS, le brouillage peut compromettre la confiance dans les informations de surveillance et contraindre les contrôleurs à appliquer des minimums de séparation plus élevés ou à revenir au contrôle aux procédures. De telles transitions réduisent inévitablement la capacité de l'espace aérien et augmentent la charge de travail des contrôleurs.

2.16 Les systèmes de communication peuvent également être affectés lorsque les informations sensibles au facteur temps du GNSS soutiennent la CPDLC et d'autres applications de communication numérique. Les aéronefs peuvent faire face à des messages retardés ou non distribués, imposant un retour aux communications vocales. Dans les secteurs fonctionnant aux limites de leur capacité maximale, une augmentation soudaine des communications vocales peut créer un encombrement de la fréquence et accroître considérablement le risque d'incompréhensions ou d'erreurs de coordination.

2.17 L'effet cumulé de ces conséquences opérationnelles se traduit par une augmentation substantielle de la charge de travail des contrôleurs. La gestion simultanée de plusieurs aéronefs affectés peut nécessiter un guidage radar tactique, une coordination accrue avec les secteurs adjacents, la vérification de la position des aéronefs par des moyens alternatifs, la gestion des déroutements et des approches interrompues, ainsi que la mise en œuvre de procédures d'urgence.

2.18 Dans de telles circonstances, les répercussions sur la sécurité dépassent l'anomalie de navigation proprement dite pour englober les effets sur les performances humaines associés à l'alourdissement de la charge de travail et à la diminution de la conscience de la situation.

Difficultés spécifiques à la Région AFI

2.19 Même si les vulnérabilités du GNSS constituent une préoccupation mondiale pour l'aviation, leurs conséquences opérationnelles risquent d'être plus prononcées dans la Région Afrique-océan Indien en raison d'une combinaison de facteurs techniques, opérationnels et économiques.

Contraintes de ressources et lacunes infrastructurelles

2.20 De nombreux États de la Région AFI continuent de faire face à d'importants défis financiers et techniques dans le développement et l'entretien de leurs infrastructures de navigation aérienne. Bien que la navigation par satellite ait permis une modernisation substantielle à des coûts comparativement inférieurs à ceux des réseaux terrestres étendus, la rareté des ressources a, dans certains cas, accéléré le retrait des aides à la navigation conventionnelles sans investissement correspondant dans des solutions de rechange résilientes. Par conséquent, plusieurs États pourraient disposer d'une capacité limitée pour le maintien les opérations lors des perturbations prolongées du GNSS.

2.21 Les contraintes budgétaires affectent également la disponibilité des équipements de contrôle du spectre, des systèmes de détection des brouillages, des spécialistes et des infrastructures d'urgence. Dans un environnement où les prestataires de services de navigation aérienne (ANSP) doivent concilier la modernisation avec de nombreuses priorités concurrentes, l'investissement dans des mesures de résilience peut être difficile à justifier tant qu'une perturbation majeure ne s'est pas produite. Néanmoins, la fréquence croissante des brouillages GNSS à l'échelle mondiale donne à penser que la résilience devrait être considérée comme une composante essentielle de la modernisation et non comme une amélioration facultative.

Dépendance à l'égard de la surveillance ADS-B

2.22 De nombreuses zones de la Région AFI ne bénéficient pas d'une couverture radar complète en raison de la vaste étendue géographique des FIR, d'un relief difficile et du coût élevé du déploiement des infrastructures. L'ADS-B spatial s'est donc imposé comme la principale solution de surveillance, en particulier dans les zones éloignées et océaniques. Bien que cette approche ait apporté des avantages opérationnels significatifs, elle crée une dépendance supplémentaire au positionnement issu du GNSS.

2.23 En cas de brouillage généralisé du GNSS, les ANSP qui dépendent fortement de l'ADS-B sont très susceptibles de faire face à une baisse de confiance dans la surveillance sur de vastes étendues d'espace aérien. La nécessité qui en découle de revenir à une séparation aux procédures peut réduire considérablement la capacité et imposer une charge de travail supplémentaire aux ATCO et aux équipages de conduite.

Opérations dans les espaces aériens éloignés et océaniques

2.24 La Région AFI comprend certains des espaces aériens océaniques et éloignés les plus vastes au monde, notamment d'importantes portions des réseaux de routes de l'Atlantique Sud et de l'océan Indien. Les aéronefs évoluant dans ces zones s'appuient souvent sur une combinaison faite de la navigation GNSS, de la surveillance ADS-B et des communications CPDLC. La perte d'une ou plusieurs de ces capacités peut avoir des conséquences opérationnelles beaucoup plus graves que celles subies dans un espace aérien continental bénéficiant d'une surveillance dense.

2.25 Les ATCO qui gèrent des opérations éloignées peuvent disposer de moyens alternatifs limités pour vérifier la position d'un aéronef ou fournir une assistance à la navigation. Par conséquent, les perturbations du GNSS dans de tels environnements sont susceptibles d'affecter non seulement la sécurité, mais aussi la préparation aux opérations de recherche et de sauvetage, la planification d'urgence et la gestion régionale des flux de trafic.

Disparités dans la modernisation de l'ATM

2.26 Le rythme de modernisation de l'ATM varie considérablement dans la Région AFI. Certains États ont mis en œuvre des capacités avancées de surveillance, de communication et de PBN, tandis que d'autres continuent de dépendre de systèmes hérités et du contrôle aux procédures. Ces disparités peuvent rendre difficile l'harmonisation régionale des mesures d'urgence et risquent de compliquer la gestion transfrontalière des événements de brouillage du GNSS.

2.27 Une perturbation affectant plusieurs FIR peut par conséquent donner lieu à des réponses opérationnelles différentes selon les capacités et les procédures disponibles dans chaque État. Cela souligne l'importance d'une coordination régionale par le biais des mécanismes de l'OACI, tels que l'AASPG, afin de garantir une compréhension commune et des réponses harmonisées.

Coordination civilo-militaire

2.28 La coordination civilo-militaire demeure un élément critique de la résilience du GNSS. L'expérience internationale a démontré que certains événements de brouillage proviennent d'exercices militaires, d'activités d'essai ou d'opérations plus larges liées à la sécurité. Une communication efficace et une notification préalable peuvent réduire de manière significative l'impact opérationnel de ces activités sur l'aviation civile.

2.29 Dans la région AFI, la maturité des dispositifs de coordination civilo-militaire varie encore considérablement. Le renforcement de ces mécanismes permettrait d'améliorer la conscience

de la situation, de garantir la diffusion en temps utile des informations aux usagers de l'espace aérien et de soutenir des mesures d'atténuation des risques plus efficaces avant que les perturbations n'affectent les opérations.

Maintenir la PBN tout en renforçant la résilience

2.30 La Région AFI a accompli des progrès considérables dans la mise en œuvre de la PBN, conformément aux objectifs de modernisation de l'aviation de l'OACI. Ces réalisations ne devraient pas être compromises par des préoccupations liées à la vulnérabilité du GNSS. Le défi pour les États et les ANSP consiste plutôt à veiller à ce que la modernisation s'accompagne de mesures de résilience adéquates.

2.31 Par conséquent, il faut une approche équilibrée. L'objectif doit être de préserver les avantages de la PBN en matière d'efficacité, de capacité et d'environnement, tout en veillant à ce que les aéronefs et les systèmes ATM conservent une capacité suffisante pour poursuivre leurs opérations en toute sécurité lorsque les services GNSS sont dégradés ou indisponibles.

2.32 Cette approche s'aligne sur l'importance croissante accordée par l'OACI aux capacités de positionnement, de navigation et de datation de secours (APNT) ainsi qu'aux réseaux minimum d'exploitation pour la navigation (NAV MON) en tant qu'éléments essentiels de la résilience future des CNS.

Position de l'IFATCA

2.33 La Région Afrique et Moyen-Orient (AFM) de l'IFATCA reconnaît que le brouillage du GNSS est un problème de sécurité opérationnelle de l'ATM, et non uniquement une préoccupation technique liée à l'avionique. Une atténuation efficace doit tenir compte:

- des facteurs humains ;
- des procédures opérationnelles ;
- de la résilience de la surveillance ;
- de la continuité des communications ;
- de la charge de travail des contrôleurs ;
- de la coordination transfrontalière.

2.34 Les ATCO doivent être activement impliqués dans la conception des procédures d'urgence, des programmes de formation, des cadres de notification et des futures initiatives de résilience. L'expertise opérationnelle des ATCO est indispensable pour garantir que les solutions proposées restent pratiques et efficaces dans des conditions réelles d'exploitation.

CONCLUSION

2.35 Le GNSS est devenu indispensable à la modernisation de l'aviation dans l'ensemble de la Région AFI. Néanmoins, la dépendance croissante à l'égard de la navigation par satellite a créé des vulnérabilités susceptibles d'affecter de manière significative la sécurité, la capacité et la continuité des services ATM.

2.36 Dans la Région AFI où les limites de ressources et les disparités en matière d'infrastructures demeurent des réalités, la résilience doit être considérée comme une composante essentielle de la modernisation plutôt et non une amélioration facultative.

2.37 Une stratégie équilibrée — combinant le développement de la PBN avec une capacité de navigation de secours appropriée, la préparation opérationnelle, la coopération régionale et l'implication des ATCO — permettra aux États de la Région AFI et aux ANSP de maintenir des services de navigation aérienne sûrs et efficaces dans un environnement GNSS de plus en plus disputé.

3. Suite à donner par la réunion :

3.1 La réunion est invitée à :

a) Prendre conscience du brouillage, du leurrage et des autres formes d'interférence du GNSS comme un risque opérationnel émergent pour l'ATM au sein de la Région AFI ;

b) Encourager les États et les ANSP à procéder à des évaluations exhaustives de leur dépendance à l'égard du GNSS et à recenser les vulnérabilités affectant les systèmes de navigation, de surveillance, de communication et d'horlogerie ;

c) Soutenir l'établissement de mécanismes régionaux de notification des brouillages du GNSS et de partage d'informations dans la Région AFI ;

d) Encourager la mise en œuvre de réseaux minimums opérationnels de navigation (NAV MON) et de systèmes alternatifs de positionnement, de navigation et de datation (APNT) adaptés aux réalités régionales ;

e) Promouvoir l'élaboration de procédures d'urgence et d'une phraséologie harmonisées pour les événements opérationnels liés au GNSS ;

f) Encourager la formation périodique des ATCO et du personnel technique pour la détection, l'atténuation et la gestion opérationnelle des brouillages du GNSS ;

g) Demander à l'OACI, à l'AASPG, à la CAFAC, aux États, aux ANSP et aux parties prenantes de l'industrie d'élaborer une stratégie régionale AFI de résilience du GNSS axée sur les aspects opérationnels, techniques, réglementaires et les facteurs humains ;

h) Exhorter les États à renforcer les dispositifs de coordination civilo-militaire et à établir des procédures de notification formelles pour les activités susceptibles d'affecter la disponibilité du GNSS.

==FIN==