



Organisation de l'aviation civile internationale

NOTE DE TRAVAIL

A42-WP/204

TE/70

29/7/25

ASSEMBLÉE — 42^e SESSION

COMMISSION TECHNIQUE

Point 24 : Initiatives prioritaires en matière de sécurité de l'aviation et de navigation aérienne

**RÉSILIENCE DU SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS) FACE
AU BROUILLAGE RADIOFRÉQUENCE (RFI)**

(Note présentée par le Danemark au nom de l'Union européenne et de ses États membres¹ ainsi que des autres États membres² de la Conférence européenne de l'aviation civile, et par EUROCONTROL, avec le parrainage du Canada, du Japon, de Singapour et de l'IFALPA)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

¹ Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Croatie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Slovaquie, Slovénie, Suède et Tchéquie

² Albanie, Arménie, Azerbaïdjan, Bosnie-Herzégovine, Géorgie, Islande, Macédoine du Nord, Monaco, Monténégro, Norvège, République de Moldavie, Royaume-Uni, Saint-Marin, Serbie, Suisse, Türkiye et Ukraine et Royaume-Uni

La sûreté et la sécurité de l'aviation civile pâtissent de la hausse constante des cas de brouillage radiofréquence (RFI) illicite, qui portent atteinte au système mondial de navigation par satellite (GNSS). La présente note s'intéresse à leurs répercussions opérationnelles, présentes et futures, sur l'environnement de gestion du trafic aérien (ATM), ainsi qu'aux implications qu'entraîne, en termes de sûreté, de sécurité et de cybersécurité, l'usage de dispositifs de leurrage et de brouillage intentionnel sur les fréquences GNSS. Elle explique la facilité avec laquelle il est possible d'obtenir et d'utiliser des émetteurs tels que des brouilleurs intentionnels, et souligne combien il s'avère de plus en plus nécessaire d'accroître la robustesse et la résilience des systèmes CNS actuels face au brouillage du GNSS.

Suite à donner : L'Assemblée est invitée à prendre note du contenu de la présente note et à approuver les mesures recommandées ci-après :

- a) inviter l'OACI à demander à ses groupes d'experts et autres groupes concernés d'élaborer, dans le cadre des normes en matière d'avionique, des mesures de résilience en s'assurant notamment qu'elles puissent se prêter à une modernisation de l'avionique des aéronefs en service autant que faire se peut ;
- b) demander à l'OACI de définir des normes pour les aéronefs autonomes avec et sans pilote et pour les aéronefs électriques à décollage et atterrissage verticaux (ADVe) en veillant à ce qu'elles prévoient des mesures appropriées favorisant la résilience face au brouillage radiofréquence du GNSS ;
- c) modifier comme suit le paragraphe 5 de l'appendice C de la résolution A41-8 de l'Assemblée de l'OACI :
Prie instamment les États d'appliquer les mesures nécessaires pour éviter la commercialisation/prolifération, l'achat, la détention et l'utilisation d'émetteurs illicites comme des brouilleurs et l'utilisation à mauvais escient d'équipements de test et de maintenance pouvant avoir une incidence sur les systèmes CNS ;
- d) demander à l'OACI de s'attacher, en coordination avec les organismes de normalisation (par exemple EUROCAE/RTCA), à rendre l'architecture de l'avionique de bord plus résiliente et plus robuste face au brouillage radiofréquence du GNSS, en portant notamment les efforts sur l'authentification des signaux GNSS et sur le recours aux technologies militaires dans l'aviation civile lorsque cela s'avère possible ;
- e) demander à l'OACI d'envisager d'inscrire dans le GANP la nécessité de disposer de méthodes/mécanismes alternatifs qui permettraient de généraliser le recensement et la diffusion en temps réel des cas de brouillage du GNSS et remplaceraient les NOTAM existants pour donner des informations précises et faciles à exploiter sur les dégradations du GNSS ;
- f) demander à l'OACI de mettre à jour les dispositions et orientations relatives à la phraséologie que sont tenus d'utiliser les pilotes et les contrôleurs aériens en cas de brouillage du GNSS ;
- g) exhorter les États à renforcer les mesures réglementaires prises à l'encontre des systèmes susceptibles de causer des interférences préjudiciables à l'aviation civile ;
- h) inviter les États à maintenir un réseau opérationnel minimal de systèmes de navigation et de surveillance indépendants du GNSS, et à faire en sorte que des mesures soient mises en œuvre par les ANSP et les exploitants d'aéronefs (formation, procédures d'exploitation, rapports, mises à niveau de l'avionique, outils de surveillance du GNSS, par exemple) pour se préparer à la perte ou à la dégradation des services de navigation par satellite et optimiser la résilience des réseaux de navigation et de surveillance au sol ;
- i) inviter les fabricants à encourager la mise sur pied et le déploiement de services fiables de détection des attaques par leurrage, tels que le service d'authentification des messages de navigation en libre service de Galileo, les services d'authentification du Système de renforcement satellitaire (SBAS) ou des services similaires qui pourraient être proposés à l'avenir par les fournisseurs du GNSS ou du SBAS ;
- j) inviter les fabricants à accélérer la mise au point de dispositifs plus robustes et plus résilients face aux brouillages affectant plusieurs systèmes d'aéronefs, en faisant notamment appel à des systèmes complémentaires non GNSS, afin de rendre la navigation plus fiable et d'assurer le bon fonctionnement et la sécurité des systèmes dépendants ;
- k) inviter le secteur aéronautique à accélérer ses activités axées sur les récepteurs/équipements techniques GNSS embarqués capables de supprimer efficacement des signaux de brouillage, de localiser de tels signaux par radiogoniométrie et de procéder à la détection spatiale de faux signaux et à leur suppression.

<i>Objectifs stratégiques :</i>	La présente note de travail se rapporte aux objectifs stratégiques <i>Chaque vol est sûr et sécurisé et L'aviation assure une mobilité fluide, accessible et fiable pour tous.</i>
<i>Incidences financières:</i>	Les activités visées dans la présente note seront entreprises au moyen des ressources prévues dans le budget-programme ordinaire et/ou de contributions extrabudgétaires.

<i>Références :</i>	Résolution A41-8, Exposé récapitulatif de la politique permanente et des pratiques de l'OACI relatives à un système de gestion du trafic aérien (ATM) mondial et aux systèmes de communication, navigation et surveillance et de gestion du trafic aérien (CNS/ATM) Doc 10209, <i>Rapport de la quatorzième Conférence de navigation aérienne (AN-Conf/14)</i>
---------------------	---

1. INTRODUCTION

1.1 Les systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) jouent un rôle central dans la navigation aérienne, et la dépendance à leur égard continuera de croître à mesure que la modernisation de la gestion du trafic aérien (ATM) se poursuivra. De nombreux aéronefs et systèmes au sol mettent à profit les données du GNSS qui, en plus de fournir des informations précises de positionnement et de navigation, permettent d'assurer une parfaite synchronisation, condition indispensable au maintien et à la sécurité des opérations aériennes.

1.2 Ces dernières années, le nombre de cas de brouillage radiofréquence du GNSS (RFI) préjudiciables à l'aviation civile a augmenté de façon exponentielle³. Les incidents de brouillage intentionnel détectés ont fortement progressé en 2022 et, au cours des trois années suivantes, les cas de brouillage intentionnel et de leurrage ont connu une hausse spectaculaire. Le brouillage intentionnel et le leurrage du GNSS sont tous deux devenus courants dans certaines zones géographiques, ce qui s'est traduit par une dégradation des capacités de positionnement, navigation et synchronisation (PNT) à bord des aéronefs.

1.3 Les notes de travail européennes présentées à la quatorzième Conférence de navigation aérienne (AN-Conf/14)⁴ concernant le brouillage du GNSS ont proposé diverses recommandations dont il a été rendu compte dans le rapport final de la Conférence (Doc 10209).

1.4 Le 30 avril 2024, l'OACI a publié une lettre aux États concernant les préoccupations soulevées par le brouillage du GNSS en termes de sécurité aérienne, qui reprenait les recommandations issues du Symposium EUR/MID de l'OACI sur la radionavigation tenu à Antalya (Türkiye). Bien que ces recommandations contribuent dans une certaine mesure à harmoniser la riposte face à la menace de brouillages préjudiciables, il conviendrait de mettre davantage l'accent sur le rôle des fabricants d'équipements dans l'amélioration de l'intégration, de la résilience et de la robustesse⁵ des systèmes qui reposent sur des données GNSS en vol.

2. ANALYSE

2.1 L'incidence des cas de brouillage du GNSS sur l'aviation civile constitue un risque tangible pour la sécurité, dont la forme et la gravité peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'équipement des aéronefs et l'intégration de l'avionique. D'une manière générale, les aéronefs dotés d'équipements techniques embarqués hautement intégrés sont davantage exposés à ce risque. Les effets

³ Le nombre de cas signalés chaque année en Europe est passé de 3 200 en 2022 à 12 000 en 2024, entraînant dans son sillage une baisse notable des marges de sécurité.

⁴ AN-Conf/14-WP/61, « Préparation aux procédures d'urgence associées au GNSS » et AN-Conf/14-WP/63 "Préoccupations en matière de sécurité et de sûreté de l'aviation relatives au brouillage du Système mondial de navigation par satellite (GNSS)"

⁵ Dans la présente note, la robustesse s'entend de la capacité d'un système à tolérer un brouillage du GNSS et à y résister en maintenant un niveau de performance acceptable ; la résilience désigne quant à elle la capacité d'un système à se remettre d'un tel incident.

observés ne sont pas toujours prévisibles, de sorte que les solutions retenues pour y parer ne sont pas toujours les mêmes.

2.2 Les incidents de brouillage du GNSS peuvent également affecter d'autres systèmes embarqués, par exemple les systèmes de communication (synchronisation du GNSS avec les communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC)), les systèmes de navigation et de surveillance (surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B)) (systèmes CNS) et d'autres systèmes de bord tels que le système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS) et le suivi autonome en cas de détresse (ADT), qui fait partie du Système mondial de détresse et de sécurité aéronautiques (GADSS) de l'OACI, pour n'en citer que quelques-uns.

2.3 Le rétablissement de la situation en cas de brouillage du GNSS à bord d'un aéronef dépend du type d'interférences et ne se fait pas toujours de façon automatique. Les conséquences d'un tel incident peuvent perdurer au-delà du point où l'aéronef est sorti de la zone touchée s'il n'est pas possible de rétablir durant le vol les systèmes affectés par le brouillage. Le problème peut se prolonger lorsque l'aéronef pénètre dans un nouvel espace aérien et avoir ainsi des répercussions sur la gestion du trafic aérien – en ce qu'il oblige, par exemple, à augmenter les distances de séparation entre les aéronefs et, partant, à réduire la capacité de l'espace aérien. Il se peut que l'aéronef ne puisse, de ce fait, atterrir à l'aérodrome de destination ou qu'il ait un comportement inattendu du point de vue du contrôle de la circulation aérienne (ATC), comme des virages ou des montées. Les exploitants d'aéronefs, les agents régulateurs et les équipages d'aéronefs doivent rester à l'affût des zones de brouillage préjudiciable du GNSS et se préparer à toutes les éventualités. Aussi les États et l'OACI sont-ils invités à souligner l'importance que revêtent les « avis aux navigateurs aériens » (NOTAM) en cours de validité et à supprimer toutes les informations aéronautiques périmées et non conformes afin de s'assurer que les données essentielles à la sécurité concernant le brouillage du GNSS seront prises correctement en compte lors du planning avant le vol. Il faut impérativement que les équipages de conduite soient en mesure d'estimer les perturbations attendues et de choisir les contre-mesures conformément aux procédures qu'ils sont tenus de suivre.

2.4 Une communication efficace entre le contrôle de la circulation aérienne et les pilotes est essentielle pour que les mesures d'atténuation opérationnelles puissent préserver la sécurité et réduire la charge de travail des pilotes et des opérateurs ATC en cas de brouillage du GNSS. La phraséologie normalisée actuellement utilisée pourrait être améliorée afin de mieux faire comprendre l'incidence du brouillage tant pour l'aéronef que pour l'espace aérien, ainsi que le type d'interférences auquel il faut faire face. Les fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP) devraient redoubler d'attention pour surveiller l'état du GNSS dans l'espace aérien de leur ressort, ainsi que l'état des capacités de navigation des différents aéronefs entrant dans leur espace aérien qui pourraient avoir des effets latents liés au brouillage radiofréquence.

2.5 Les États devraient tenir compte du risque de perte ou de dégradation du service GNSS lorsqu'ils optimisent leurs réseaux de navigation au sol (dispositifs de mesure de distance, radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VOR), système d'atterrissage aux instruments (ILS), par exemple) et leurs réseaux de surveillance (systèmes dépendant du GNSS tels que l'ADS-B utilisés en combinaison avec des radars) pour concevoir l'infrastructure au sol du réseau opérationnel minimum (MON).

2.6 La surveillance continue et l'anticipation en temps réel des incidents de brouillage du GNSS, au sol et en vol, pourraient avoir un avantage immédiat. L'échange de données relatives à des cas de brouillage en temps réel, grâce aux technologies modernes telles que les sacs de vol électroniques (EFB), concourrait considérablement à l'exactitude et à la rapidité des avertissements, et améliorerait les stratégies d'atténuation des risques. La mise en œuvre de contre-mesures lors de la détection d'une menace implique une approche à plusieurs niveaux. L'OACI devrait envisager d'établir un cadre qui aurait pour objet de promouvoir la mise en place d'un service d'information sur le brouillage du GNSS afin d'améliorer

l'accès mondial aux données y relatives pour l'aviation commerciale. Les travaux en cours concernant le GADSS, qui ont débouché sur la mise au point d'un référentiel de données géré de manière centralisée permettant de collecter, stocker et mettre à disposition des données nécessaires pour informer et aider les parties prenantes concernées, pourraient ici servir d'exemple.

2.7 L'aviation civile n'est généralement pas la cible principale des incidents de brouillage du GNSS. Cela étant, il se pourrait que l'aviation civile en soit un jour la cible. Le brouillage du GNSS pourrait entraîner des violations accidentelles de l'espace aérien en raison de la perte de capacités de navigation, ce qui signifie que de tels incidents peuvent générer un risque en termes de sûreté d'une part, et de sécurité d'autre part.

2.8 Les dispositifs de brouillage intentionnel et de leurrage sont de plus en plus sophistiqués et il est de plus en plus facile d'y avoir accès. La portée du paragraphe 5 de l'appendice C de la résolution A41-8 de l'Assemblée, Exposé récapitulatif de la politique permanente et des pratiques de l'OACI relatives à un système de gestion du trafic aérien (ATM) mondial et aux systèmes de communication, navigation et surveillance et de gestion du trafic aérien (CNS/ATM), pourrait être élargie de manière à inclure l'achat et la détention d'émetteurs illicites, tels que les brouilleurs.

2.9 Les technologies du futur auxquelles font notamment appel les systèmes d'aéronefs non habités (UAS) et les aéronefs électriques à décollage et atterrissage verticaux (ADVe) seront vraisemblablement amenées à s'appuyer fortement sur le GNSS comme moyen de navigation. Il conviendrait de prendre en considération la résilience à la perte ou à la dégradation du GNSS lors de l'élaboration des normes relatives à ces aéronefs afin de trouver un juste équilibre concernant leurs besoins d'équipements, en tenant compte des facteurs de coût et de poids.

2.10 Les nouvelles normes de l'aviation applicables aux systèmes et aux récepteurs GNSS devraient faciliter la détection des interférences ainsi que la mise en œuvre de mesures d'atténuation telles que l'authentification des signaux GNSS. La mise à niveau des systèmes opérationnels prendra du temps, ce qui signifie que les exploitants d'aéronefs continueront d'être exposés au brouillage du GNSS dans les années à venir. Par conséquent, il convient de rendre les systèmes actuels plus robustes et plus résilients, et d'améliorer la surveillance de l'espace aérien et des aéronefs victimes d'un brouillage du GNSS pour faciliter la mise en œuvre de procédures d'urgence.