



ASSEMBLÉE — 42^e SESSION

COMMISSION TECHNIQUE

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

INCIDENCES DES EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
SUR L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES DE NAVIGATION AÉRIENNE

(Note présentée par la République bolivarienne du Venezuela)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

La présente note de travail analyse les incidences des changements climatiques et les défis qu'elles représentent pour la navigation aérienne mondiale. Elle souligne l'importance de s'adapter et de mettre en œuvre des stratégies durables, ainsi que la nécessité de mettre à jour en permanence les modèles mathématiques figurant dans la documentation de l'OACI. L'ensemble de ces mesures est essentiel et indispensable pour atténuer les effets des changements climatiques et pour garantir la sécurité et l'efficacité des vols.

Suite à donner : L'Assemblée est invitée à :

- prendre acte du contenu de la présente note ;
- envisager la révision de certaines variables et l'ajustement des paramètres de conception susceptibles d'avoir une incidence sur les procédures instrumentales applicables aux différentes phases de vol ;
- encourager la poursuite de la collaboration de l'OACI avec d'autres organismes des Nations Unies et organisations internationales, afin d'atténuer les incidences des changements climatiques sur l'aviation ;
- inviter le secteur, les États et les organisations de soutien à envisager une révision des modèles atmosphériques utilisés ;
- prendre en compte de nouvelles variables météorologiques liées aux changements climatiques pouvant avoir une incidence sur les plans de navigation aérienne.

<i>Objectifs stratégiques :</i>	La présente note se rapporte aux objectifs <i>Chaque vol est sûr et sécurisé</i> et <i>Le développement économique du transport aérien assure la prospérité économique et le bien-être de la société pour toutes et tous</i> .
<i>Incidences financières :</i>	Des ressources financières devraient être allouées à la création de groupes de travail chargés d'examiner les paramètres normalisés utilisés dans la navigation aérienne.

¹ Version espagnole fournie par la République bolivarienne du Venezuela.

<i>Références :</i>	Annexe 11 – <i>Services de la circulation aérienne</i> Annexe 16 – <i>Protection de l’environnement</i> Doc 10184, <i>Résolutions en vigueur (au 7 octobre 2022)</i> , résolution A37-19 Doc 10031, <i>Orientations sur l’évaluation environnementale de modifications opérationnelles proposées de la gestion du trafic aérien</i> Doc 9750, <i>Plan mondial de navigation aérienne</i> Doc 8168, <i>Procédures pour les services de navigation aérienne</i> , volume II – <i>Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments</i>
---------------------	---

1. INTRODUCTION

1.1 Les changements climatiques exercent une influence considérable sur la navigation aérienne mondiale, en générant de nombreux défis et perturbations ayant des répercussions sur la sécurité, l’efficacité et les coûts des vols. Les principales incidences sont décrites ci-dessous :

1.2 Turbulences accrues : l’une des conséquences les plus directes et préoccupantes est l’augmentation de la fréquence et de l’intensité des turbulences, en particulier les turbulences « en air clair ».

1.3 Tempêtes extrêmes : les ouragans, typhons et orages violents deviennent plus fréquents et plus puissants, s’accompagnant de vents forts, de chutes de grêle et de pluies torrentielles.

1.4 Vagues de chaleur : l’air chaud étant moins dense que l’air froid, il devient plus difficile pour les avions d’obtenir la portance nécessaire au décollage. Les températures élevées peuvent imposer des restrictions de masse au décollage, se traduisant par une réduction du nombre de passagers, des bagages ou du fret, et parfois par la nécessité de disposer de pistes plus longues.

1.5 Modifications des routes aériennes et augmentation de la consommation de carburant : l’évolution des conditions météorologiques et l’apparition de phénomènes extrêmes peuvent contraindre les pilotes à modifier leurs trajectoires de vol afin d’éviter les zones de turbulence ou de mauvais temps. Ces détournements de trajectoire peuvent entraîner des vols plus longs, une consommation de carburant plus élevée et, par conséquent, une augmentation des émissions de gaz à effet de serre, compromettant les efforts de l’industrie pour réduire son empreinte environnementale.

2. ANALYSE

2.1 Les conditions météorologiques imprévisibles et la fréquence accrue des phénomènes extrêmes compliquent la planification et la gestion du trafic aérien. Les contrôleurs de la circulation aérienne et les compagnies aériennes doivent constamment adapter leurs opérations à des conditions changeantes, ce qui peut entraîner un encombrement de l’espace aérien, des retards et une pression opérationnelle accrue. Face à ces défis, l’aviation mondiale doit repenser ses pratiques et mettre en œuvre des stratégies d’adaptation et d’atténuation pour préserver la sécurité, l’efficacité et la durabilité du transport aérien. Cela passe notamment par l’amélioration des systèmes de prévision météorologique, par le développement d’aéronefs plus robustes et performants, ainsi que par l’adaptation des infrastructures aéroportuaires.

2.2 Les changements climatiques augmentent la fréquence et l'intensité de phénomènes tels que les turbulences, les orages, le verglas, les vents forts ou encore le brouillard dense, ce qui complique la planification des vols et la performance des aéronefs, et entraîne des retards, voire des annulations.

2.3 Les changements climatiques affectent considérablement le calcul de la vitesse vraie (TAS) à différentes altitudes, principalement en modifiant la densité de l'air. La TAS représente la vitesse réelle d'un aéronef par rapport à la masse d'air dans laquelle il se déplace. Elle est essentielle pour la planification des vols, les performances de l'aéronef et la navigation.

2.4 L'élévation des températures mondiales est le principal facteur climatique influençant directement la TAS. En effet, l'air chaud est moins dense que l'air froid. En outre, une teneur plus élevée en humidité (également favorisée par le réchauffement climatique) réduit encore davantage la densité de l'air.

2.5 Lorsque la densité de l'air diminue, un aéronef doit se déplacer plus rapidement pour générer la portance nécessaire. Théoriquement, à mesure que l'altitude-densité augmente (du fait de températures élevées, d'un taux d'humidité plus important ou d'une altitude-pression plus élevée), la vitesse indiquée (IAS) correspondant à une TAS donnée diminue. En d'autres termes, pour maintenir une IAS constante, l'aéronef développera une TAS réelle plus élevée dans des conditions de densité à haute altitude. Cela signifie que la vitesse de l'aéronef dans l'air est supérieure à celle affichée sur l'anémomètre.

2.6 L'augmentation des écarts de température et l'intensification du cisaillement du vent (variation de la vitesse ou de la direction du vent sur une distance donnée) peuvent provoquer davantage de turbulences, y compris des turbulences en air clair (CAT), particulièrement difficiles à anticiper. Les pilotes peuvent être contraints de modifier leur altitude ou leur TAS pour éviter ces zones, ce qui nuit à l'efficacité et à la planification des vols.

3. CONCLUSION

3.1 Les changements climatiques se manifestent par une élévation des températures mondiales, des modifications des courbes de pression atmosphérique et des phénomènes météorologiques extrêmes. Ces facteurs ont une incidence directe sur la densité de l'air, un paramètre déterminant pour les performances des aéronefs et la précision des systèmes de navigation barométrique.

3.2 Les domaines à prendre en considération comprennent notamment les suivants :

3.2.1 *Incidences sur l'altitude barométrique.* Les altimètres barométriques fonctionnent en mesurant la pression atmosphérique pour estimer l'altitude. Or, si la température de l'air est supérieure à celle des modèles standard (telles que l'atmosphère type internationale [ISA]) utilisés pour concevoir les procédures, l'aéronef se trouve en réalité à une altitude plus élevée que celle indiquée par l'altimètre pour une pression donnée.

3.2.2 *Erreur de trajectoire en descente.* Dans le cadre d'une approche reposant sur la navigation verticale barométrique (BARO-VNAV), une atmosphère plus chaude que la normale (donc moins dense) peut conduire l'aéronef à calculer une altitude barométrique inférieure à son altitude réelle. En conséquence, les systèmes de bord peuvent faire descendre l'appareil à un niveau inférieur au profil vertical optimal ou prévu. Cela signifie que l'aéronef pourrait voler à une altitude plus basse que celle attendue aux points critiques de l'approche, ce qui peut compromettre le franchissement des obstacles. Bien que les systèmes

BARO-VNAV intègrent des corrections de température, la fréquence et l'amplitude accrues des écarts par rapport aux températures de l'ISA pourraient dépasser les limites de ces corrections.

3.2.3 *Consommation accrue de carburant.* Pour compenser la baisse de densité de l'air au décollage ou pour maintenir leur trajectoire de descente dans des conditions plus chaudes, les aéronefs doivent fournir davantage de puissance. Cela se traduit par une consommation de carburant plus élevée, générant davantage d'émissions et créant une boucle de rétroaction négative liée aux changements climatiques.

3.3 Toutes les parties prenantes de l'aviation mondiale doivent prendre des mesures, notamment :

3.3.1 *Nécessité d'une adaptation technologique.* Il faudrait renforcer les systèmes BARO-VNAV et les logiciels de gestion de vol de manière à intégrer des corrections de température dynamiques et précises en temps réel.

3.3.2 *Actualisation des procédures.* Il est impératif de réexaminer constamment les critères de conception des procédures d'approche, et de les mettre à jour en tenant compte des effets des changements climatiques sur la densité de l'air et la propagation des erreurs. En résumé, les variations de température et de pression atmosphérique dues aux changements climatiques affectent la densité de l'air. Cela a une incidence directe sur la précision des systèmes de navigation, tels que BARO-VNAV, qui sont fondés sur la mesure de l'altitude barométrique.

3.4 Ces variations peuvent entraîner des écarts entre la trajectoire réelle et le profil de descente prévu, et compromettre la sécurité et l'efficacité des opérations aériennes.

3.5 Nous sommes convaincus que le secteur de l'aviation s'emploie activement à s'adapter à ces évolutions, en misant sur les avancées technologiques, la révision des procédures et une meilleure appréciation de la situation sur le plan opérationnel. Il apparaît donc clairement que les changements climatiques ne constituent pas uniquement un enjeu environnemental pour l'aviation, mais représentent une menace directe et croissante pour la sécurité, l'efficacité et l'économie des opérations aériennes, à toutes les phases de vol. La capacité du secteur à s'adapter à ces nouvelles réalités sera déterminante pour la durabilité et la continuité du transport aérien à l'échelle mondiale.

— FIN —