



NOTE DE TRAVAIL

ASSEMBLÉE — 42^e SESSION

COMMISSION TECHNIQUE

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

FATIGUE COGNITIVE ET SURCHARGE D'INFORMATIONS DANS LE POSTE DE PILOTAGE NUMÉRIQUE : ATTÉNUER LES RISQUES ÉMERGENTS LIÉS AUX PERFORMANCES HUMAINES

(Note présentée par le Royaume d'Arabie saoudite)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

La présente note traite des risques émergents liés aux performances humaines et découlant de la transformation numérique du poste de pilotage moderne. Les systèmes numériques comme les sacoches de vol électroniques (EFB), les liaisons de données en temps réel et l'automatisation avancée ont certes amélioré considérablement la sécurité et l'efficacité des vols, mais ils ont aussi entraîné de nouveaux défis liés à la surcharge d'informations, à l'évolution des tâches des pilotes et à l'augmentation des exigences en matière d'intégration cognitive. La surveillance et le traitement continu d'un volume élevé d'entrées numériques dynamiques peuvent nuire à la prise de décision des pilotes, affaiblir leur conscience de la situation et compromettre la sécurité des vols, en particulier durant les phases de vol anormales ou à forte charge de travail.

Ces risques sont présentés, dans le *Manuel sur les performances humaines* (Doc 10151), comme des limitations cognitives qui sont décrites à la section 1.4 du manuel consacrée aux principes de performance humaine. Ils ne sont toutefois pas encore traités de façon exhaustive dans les normes et pratiques recommandées (SARP) ou les éléments indicatifs actuels de l'OACI. Une approche proactive et centrée sur l'humain est nécessaire pour garantir que les progrès technologiques continuent de favoriser, plutôt que d'entraver, les performances humaines.

La présente note propose que l'OACI prenne la tête des efforts visant à élaborer un cadre mondial pour atténuer ces risques. Il s'agit notamment d'élaborer de nouveaux éléments indicatifs, d'actualiser les exigences relatives à la formation et de modifier les annexes et les résolutions pertinentes de l'Assemblée de l'OACI pour assurer une intégration sûre des technologies numériques dans le poste de pilotage.

Suite à donner : L'Assemblée est invitée à :

- a) reconnaître les risques de sécurité liés aux limitations cognitives, à la surcharge d'informations et à la modification des exigences relatives aux tâches dans les postes de pilotage numériques modernes ;
- b) charger le Conseil d'entreprendre un examen complet des incidences des applications à forte intensité de données sur les performances humaines dans l'environnement des postes de pilotage ;
- c) soutenir l'élaboration de nouveaux éléments indicatifs concernant la conception centrée sur l'humain et la modification des SARP et politiques pertinentes afin de relever ces défis nouveaux ;
- d) adopter la proposition d'amendement de l'appendice O de la résolution A41-10 de l'Assemblée, dont la description détaillée figure en pièce jointe à la présente note.

Objectifs stratégiques :	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 dans le cadre du budget ordinaire.
<i>Références :</i>	Annexe 1 — <i>Licences du personnel</i> Annexe 6 — <i>Exploitation technique des aéronefs</i> Annexe 19 — <i>Gestion de la sécurité</i> Doc 10151, <i>Manuel sur les performances humaines (PH) à l'intention des organismes de réglementation</i> Doc 9683, <i>Manuel d'instruction sur les facteurs humains</i>

1. INTRODUCTION

1.1 La transformation numérique de l'aviation a apporté des améliorations considérables sur le plan de la sécurité, de l'efficacité opérationnelle et de l'accessibilité de l'information. Les postes de pilotage modernes sont équipés d'une panoplie d'outils numériques puissants, notamment des sacoches de vol électroniques (EFB) intégrant des applications de gestion des performances, l'application de communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC) et des systèmes d'information météorologique et de trafic en temps réel. Ces progrès ont nettement amélioré la conscience situationnelle des équipages et automatisé certaines tâches manuelles, ce qui a contribué à rendre le système de l'aviation mondiale plus sûr.

1.2 Toutefois, cette prolifération d'informations numériques pose également de nouveaux défis complexes liés aux facteurs humains. L'environnement du poste de pilotage moderne requiert des pilotes qu'ils surveillent, traitent et intègrent en permanence de grands volumes d'entrées numériques dynamiques provenant de systèmes et de plates-formes multiples. Certaines études sur la charge de travail au poste de pilotage ont montré que l'automatisation ne se traduit pas simplement par la suppression de tâches, mais souvent par leur transfert, qui donne lieu à de nouvelles responsabilités en matière de surveillance et d'intégration cognitive. Cette demande cognitive constante crée un risque de surcharge d'informations ainsi que de fatigue et de limitations cognitives, qui peuvent compromettre la gestion de l'attention, nuire à la prise de décision et accroître la probabilité d'erreurs opérationnelles, en particulier durant les phases critiques et à forte charge de travail du vol.

1.3 Les risques émergents liés aux performances humaines et découlant de la complexité numérique sont partiellement couverts par le modèle SHELL (processus, matériel, environnement et élément humain), dans lequel l'interface élément humain-processus qui représente les retards et les erreurs peut se produire lors de la recherche d'informations essentielles dans des documents et tableaux déroutants, trompeurs ou excessivement encombrés. Les problèmes peuvent également être liés à la présentation de l'information et à la conception des logiciels informatiques. Toutefois, il conviendra aussi de traiter clairement et d'atténuer les risques de fatigue cognitive liés à l'interface élément humain-processus. Comme l'indique le *Manuel sur les performances humaines* (Doc 10151), les orientations actuelles concernant les facteurs humains, les normes de certification et les programmes de formation devraient évoluer de façon à intégrer les principes de conception centrée sur l'humain (HCD), pour relever les défis particuliers posés par le poste de pilotage numérique à forte intensité de données.

1.4 La présente note vise à mettre en exergue les incidences sur la sécurité des limitations cognitives et de la surcharge d'informations dans le poste de pilotage numérique, et à proposer une stratégie proactive et centrée sur l'humain pour les atténuer. En relevant ces défis, la communauté de l'aviation mondiale peut garantir que l'intégration des nouvelles technologies continue d'améliorer la sécurité des vols, plutôt que de la compromettre.

2. ANALYSE

2.1 Le poste de pilotage à forte intensité de données

2.1.1 Le poste de pilotage moderne a évolué d'un environnement où l'information était rare à un autre où elle est abondante. Les pilotes interagissent avec une vaste gamme de systèmes numériques, notamment :

- a) les *systèmes avancés de gestion de vol (FMS)*, qui fournissent des données complexes sur les itinéraires, les performances et la navigation ;
- b) les *sacoches de vol électroniques (EFB)*, qui contiennent plusieurs applications, allant des calculateurs de performance et des cartes électroniques à la messagerie en temps réel des exploitants d'aéronefs, en passant par les superpositions météorologiques en temps réel ;
- c) les *communications par liaison de données*, qui englobent notamment l'application CPDLC et le système embarqué de communications, d'adressage et de compte rendu (ACARS), lesquels nécessitent une surveillance continue et une interaction textuelle ;
- d) les *aides à la décision automatisées* qui, bien qu'utiles, nécessitent une supervision minutieuse et une bonne connaissance de la part de l'équipage de conduite pour garantir l'adéquation de leurs résultats au contexte opérationnel.

2.1.2 Ces systèmes ont pour effet cumulatif d'accroître considérablement la charge cognitive qui pèse sur les équipages de conduite. Contrairement aux informations statiques présentées dans les postes de pilotage classiques, les données numériques sont souvent dynamiques, actualisées en permanence et affichées sur des écrans multiples, ce qui oblige les pilotes à gérer activement leur attention, à filtrer les informations pertinentes et à procéder à une intégration cognitive importante. Certaines études ont démontré que ces environnements peuvent modifier la communication entre les membres d'équipage et la répartition de la charge de travail, d'où une nécessité accrue d'analyser le poste de pilotage comme un système intégré et non comme un ensemble d'outils distincts.

2.2 Risques liés aux performances humaines et à la sécurité

2.2.1 Les exigences cognitives accrues du poste de pilotage numérique influent directement sur les performances humaines et présentent des risques susceptibles de réduire les marges de sécurité. Ces risques sont couverts par les principes de performance humaine décrits dans le Doc 10151, en particulier le principe HP 1 : les performances des individus sont façonnées par leurs capacités et leurs limites. Ces limites peuvent se résumer comme suit :

- a) *Surcharge d'informations*. Lorsque le volume d'informations entrantes dépasse la capacité d'un pilote à les traiter, il est possible que des alertes critiques soient manquées, que la conscience situationnelle soit fragmentée et que la prise de décision soit retardée ou détériorée. Ce risque est accentué dans des situations anormales où un afflux d'alertes système peut submerger l'équipage de conduite.
- b) *Fatigue cognitive*. L'effort mental soutenu requis pour gérer un environnement riche en données peut entraîner une fatigue cognitive, caractérisée par une vigilance réduite, une altération de la mémoire à court terme et une diminution de la capacité à résoudre

des problèmes complexes. Cette fatigue est distincte de la fatigue physique et peut se faire ressentir même sur des vols court-courriers présentant une grande complexité opérationnelle.

- c) *Tunnellisation de l'attention.* Pour gérer une charge cognitive élevée, les pilotes peuvent se concentrer sur une seule source d'information ou une seule tâche, au détriment d'autres données essentielles, comme celles relatives à l'évolution des conditions météorologiques ou à un écart par rapport à la trajectoire de vol souhaitée.
- d) *Affaiblissement des compétences de pilotage manuel.* Une dépendance excessive envers l'automatisation et les aides à la décision numériques, conjuguée à une interface humain-machine complexe, peut entraîner une érosion des compétences fondamentales de pilotage manuel et de résolution de problèmes, qui sont essentielles en cas d'événements imprévus ou de défaillances de l'automatisation.

2.3 Insuffisances du cadre réglementaire actuel

2.3.1 L'OACI a certes mis en place un cadre solide de gestion des performances humaines et de la sécurité, mais il convient de remédier aux insuffisances ci-après relatives aux défis posés par le poste de pilotage numérique :

- a) *Orientations concernant les facteurs humains.* Les éléments indicatifs actuels, bien qu'excellents, n'intègrent pas encore entièrement les détails relatifs à la conception centrée sur l'humain des systèmes riches en données et ne fournissent pas de stratégies complètes pour gérer la charge cognitive dans un environnement numérique et pour concevoir des systèmes intégrés centrés sur l'humain.
- b) *Normes de certification.* Les processus de certification des aéronefs et de l'avionique figurant à l'Annexe 8 mettent principalement l'accent sur l'intégrité et la fonctionnalité des systèmes. Ils n'évaluent pas systématiquement les incidences cognitives cumulées de multiples systèmes numériques interconnectés sur les performances de l'équipage de conduite dans un contexte opérationnel réaliste.
- c) *Formation et octroi de licences.* Les cadres de formation et d'évaluation fondés sur les compétences, notamment la formation basée sur des données probantes (EBT), doivent être actualisés en y intégrant des compétences et des scénarios spécifiques liés à la gestion des informations numériques, au changement d'attention et à la reconnaissance des symptômes de fatigue cognitive.
- d) *Gestion de la sécurité.* Les risques liés à la surcharge d'informations et à la fatigue cognitive constituent des dangers nouveaux qu'il faut intégrer explicitement dans les programmes nationaux de sécurité (SSP) et les systèmes de gestion de la sécurité (SMS) des exploitants au titre de l'Annexe 19, en veillant à ce que ces programmes et systèmes fassent l'objet d'un recensement formel des dangers et d'une gestion des risques de sécurité.

3. CONCLUSION

3.1 La numérisation continue du poste de pilotage est essentielle à l'avenir et à la modernisation de la navigation aérienne. Il est toutefois impératif que ces avancées technologiques s'accompagnent d'une évolution parallèle de la connaissance et de l'atténuation des risques liés aux performances humaines.

3.2 Un effort mondial proactif et coordonné, piloté par l'OACI, est nécessaire pour mettre au point des solutions centrées sur l'humain qui garantissent que les pilotes aient la capacité des pilotes à gérer efficacement l'environnement riche en données du poste de pilotage. Cet effort englobe la mise à jour des notions de conception pour les aligner sur les principes de la conception centrée sur l'humain (HCD), l'amélioration des méthodes de formation et la modernisation de la supervision réglementaire afin de placer les performances humaines au centre de l'intégration technologique.

3.3 En prenant des mesures, l'Assemblée peut garantir la sécurité, la résilience et la durabilité à long terme du système de l'aviation mondiale pendant qu'il poursuit son évolution numérique. Aussi l'Assemblée peut-elle charger le Conseil de demander au Secrétariat, en coordination avec les groupes d'experts techniques compétents :

- a) d'élaborer des éléments indicatifs complets sur les méthodes de conception centrée sur l'humain pour les systèmes et les interfaces du poste de pilotage, afin de réduire la surcharge d'informations et de favoriser une gestion efficace de la charge cognitive ;
- b) de passer en revue les SARP actuelles figurant dans les Annexes 1, 6, 8 et 19 et, au besoin, d'élaborer des amendements destinés à garantir une gestion adéquate des risques liés à l'environnement numérique du poste de pilotage grâce à la certification, aux activités, à la formation et à la gestion de la sécurité ;
- c) de promouvoir la traduction des travaux de recherche et des études sur les performances opérationnelles en stratégies et technologies efficaces de surveillance et d'atténuation de la fatigue cognitive et de gestion de l'automatisation complexe dans les opérations aériennes.

3.4 L'Assemblée peut par ailleurs inviter instamment les États membres à intégrer les principes de gestion de l'information numérique et d'atténuation de la fatigue cognitive dans leurs programmes nationaux de formation des pilotes, leurs processus de certification et leurs activités de supervision de la sécurité. À cette fin, une proposition d'amendement de l'appendice O de la résolution A41-10 de l'Assemblée est fournie en pièce jointe afin d'officialiser la politique continue de l'OACI dans ce domaine essentiel.

APPENDICE

PROPOSITION D'AMENDEMENT DE LA RÉSOLUTION A41-10 DE L'ASSEMBLÉE

L'Assemblée,

Considérant qu'au nombre des buts et objectifs que lui assigne la Convention de Chicago, l'OACI doit contribuer au développement du transport aérien international « [...] de manière à [...] promouvoir la sécurité de vol dans la navigation aérienne internationale » ;

Considérant que l'on sait que les performances humaines, en tant qu'elles sont influencées par les capacités et contraintes physiologiques et cognitives, contribuent sensiblement aux résultats d'ensemble en matière de sécurité de l'aviation,

Considérant que l'on sait que les bénéfices en matière de sécurité et d'efficacité associés aux nouveaux systèmes, technologies et procédures ne peuvent être réalisés que lorsqu'ils sont conçus pour renforcer les performances des individus qui utilisent ces derniers,

Considérant que l'on sait que la mise en œuvre des systèmes futurs de l'aviation entraînera des changements dans le rôle des professionnels de l'aviation qui devront travailler dans des équipes pluridisciplinaires afin d'appuyer une prise de décision en collaboration,

Décide que :

1. Les États membres veillent à l'insertion de considérations sur les performances humaines dans la planification, la conception et la mise en œuvre des nouveaux systèmes, processus et technologies, dans le cadre d'une approche de gestion de la sécurité ;
2. Les États membres encouragent et facilitent l'insertion d'éléments relatifs aux performances humaines dans les programmes de formation basés sur les compétences tout au long de la carrière d'un professionnel ;
3. Les États membres incluent des stratégies qui favorisent des performances opérationnelles sûres, cohérentes, efficaces et efficientes de l'individu et dans les équipes d'individus aux fins des priorités en matière de sécurité.
4. Les États membres et l'OACI devraient promouvoir la sécurité dans un environnement de poste de pilotage de plus en plus numérique en s'attaquant aux incidences des systèmes à forte intensité de données sur les performances humaines, notamment par les mesures ci-après :
 - a) encourager, pour les systèmes et interfaces du poste de pilotage, des principes de conception centrés sur l'humain qui atténuent la surcharge d'informations et préviennent la fatigue cognitive;
 - b) veiller à ce que les cadres de formation et de compétences des pilotes, notamment la formation fondée sur des données probantes, intègrent les compétences nécessaires pour gérer efficacement les informations numériques complexes et atténuer les risques liés à l'automatisation ;
 - c) encourager l'intégration des risques liés à l'interaction humain-machine et à la charge cognitive dans les programmes nationaux de sécurité et les systèmes de gestion de la sécurité des exploitants.

