



NOTE DE TRAVAIL

DOUZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 19 – 30 novembre 2012

**Point 5 : Trajectoires de vol efficaces — grâce aux opérations basées sur trajectoire
5.2 : Amélioration de la synchronisation du trafic par opérations basées sur trajectoire 4D**

**MODULES DE MISE À NIVEAU PAR BLOCS DU SYSTÈME DE L'AVIATION
CONCERNANT LES OPÉRATIONS BASÉES SUR TRAJECTOIRE**

(Note présentée par le Secrétariat)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

À sa 37^e session, l'Assemblée de l'OACI a chargé l'Organisation d'intensifier les efforts pour répondre aux besoins mondiaux d'interopérabilité de l'espace aérien tout en maintenant l'accent sur la sécurité. À cette fin, il est proposé à la Conférence un cadre de planification pour l'harmonisation et l'interopérabilité mondiales, baptisé « mise à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU) », destiné à être incorporé dans la quatrième édition du *Plan mondial de navigation aérienne*.

Le cadre ASBU est composé de modules mis en œuvre par blocs, appuyés par des feuilles de route technologiques, qui visent à renforcer progressivement divers aspects de l'exploitation aérienne civile. La présente note porte sur les modules concernant les opérations basées sur trajectoire (TBO), à savoir les modules suivants :

- a) B0-40 et B1-40 – Surveillance et communications par liaison de données à l'appui des TBO ;
- b) B3-05 – Opérations basées sur trajectoire quadridimensionnelle (4D TRAD).

Suite à donner : La Conférence est invitée à convenir de la recommandation figurant au § 3.

<i>Objectifs stratégiques :</i>	La présente note de travail se rapporte à l'Objectif stratégique relatif à la sécurité.
<i>Incidences financières :</i>	On s'attend à ce que les coûts liés à ces modules soient modérés et supportés essentiellement par les ANSP, dans la mesure où les capacités requises des exploitants, notamment en ce qui concerne la navigation fondée sur les performances (PBN) et les communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC), sont attribuables à ces programmes plutôt qu'à celui des TBO. Cela dit, des indications préliminaires donnent à croire que la mise en œuvre des modules pourrait améliorer considérablement les performances de l'ensemble du système et apporter des avantages qui compensent largement les coûts.

Références :	Doc 9958, <i>Résolutions de l'Assemblée en vigueur (au 8 octobre 2010)</i> Doc 9854, <i>Concept opérationnel d'ATM mondiale</i> Doc 9750, <i>Plan mondial de navigation aérienne</i> AN-Conf/12-WP/3 AN-Conf/12-WP/18
--------------	---

1. INTRODUCTION

1.1 La prochaine édition du *Plan mondial de navigation aérienne* (Doc 9750, GANP) sera présentée à la prochaine session de l'Assemblée, en 2013, pour approbation. Le projet de GANP, et la stratégie de mise à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU) qu'il établit, propose que les améliorations futures des technologies et procédures de navigation aérienne soient structurées suivant une démarche consultative stratégique qui coordonne les diverses capacités de performance mondiales et les calendriers de mise à niveau flexibles liés à chaque composant.

1.2 Les modules ASBU sont structurés en blocs adaptables et extensibles que l'on peut mettre en œuvre selon les besoins opérationnels et qui admettent la possibilité que la mise en œuvre d'un module en particulier ne soit pas obligatoire dans tous les domaines ou toutes les circonstances. La démarche adoptée n'est pas limitative et reconnaît qu'une mise en œuvre en plus de celles qui sont prévues dans les modules ASBU puisse aussi avoir lieu ou être nécessaire. Les échéances générales liées au cadre ASBU (bloc 0 = 2013, bloc 1 = 2018, bloc 2 = 2023, bloc 3 = 2028) ne sont destinées qu'à donner une idée de l'état initial de préparation des composants jugés nécessaires, dont les normes et pratiques recommandées (SARP) de l'OACI, et ne correspondent pas à un calendrier de mise en œuvre imposé par un État ou une région. Le cadre ASBU et les feuilles de route technologiques qui l'appuient permettent d'assurer que les activités nationales et régionales de planification et d'exécution de la mise en œuvre peuvent être entreprises en ayant confiance que tous les composants nécessaires à une mise en œuvre particulière seront disponibles aux dates ASBU indiquées.

1.3 Pour augmenter l'efficacité des trajectoires de vol, il est essentiel de s'écarter du modèle de gestion du trafic aérien (ATM) actuel (où l'emplacement actuel de l'aéronef est connu) pour passer à un concept de gestion basée sur la trajectoire (où l'emplacement futur de l'aéronef est connu également). En utilisant des renseignements dynamiques sur les trajectoires, partagés entre fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP) dans une même région d'information de vol (FIR) ou dans des FIR adjacentes, pour faciliter la prise de décision en collaboration (CDM) sur une vaste zone, le système ATM pourra analyser et prédire avec précision des situations futures en fonction de paramètres tridimensionnels puis quadridimensionnels (incluant le temps). Afin d'appuyer le mouvement vers les opérations basées sur trajectoire 4D, il est proposé d'inclure dans le cadre ASBU les deux fils conducteurs de planification suivant, qui sont décrits en appendice et représentés dans la Figure 1 ci-jointe.

- a) B0-40 et B1-40 – surveillance et communications par liaison de données à l'appui des TBO ;
- b) B3-05 – opérations basées sur trajectoire quadridimensionnelle (4D TRAD).

2. MODULES ASBU – OPÉRATIONS BASÉES SUR TRAJECTOIRE

Stratégie globale

2.1 Dans le concept d'ATM mondiale, mis en œuvre au moyen de programmes régionaux, il est prévu que le contrôle de la circulation aérienne (ATC) se transforme en gestion de la circulation par trajectoires. Le but est d'accroître la flexibilité pour les utilisateurs et de maximiser les économies d'exploitation tout en augmentant la capacité du système et en améliorant les niveaux de sécurité. On s'attend du futur système ATM qu'il évolue de manière à appuyer un concept qui :

- a) nécessitera un partage systématique des données sur les trajectoires des aéronefs entre les acteurs du processus ATM ;
- b) fera en sorte que les acteurs aient une vue commune d'un même vol et aient accès aux données les plus exactes disponibles ;
- c) permettra des opérations respectant les analyses de rentabilisation des utilisateurs de l'espace aérien ;
- d) améliorera les performances des services de recherche et de sauvetage aéronautiques.

2.2 La mise en œuvre d'opérations 4D TRAD à l'échelle mondiale compte tenu de l'échéancier du bloc 3 donnera lieu à la combinaison, dans un environnement d'exploitation holistique, d'un grand nombre des capacités réalisées dans le cadre des modules ASBU précédents, notamment celles qui optimisent les trajectoires individuelles, les courants de trafic et l'utilisation des ressources déjà lourdement sollicitées comme l'espace aérien et les aires mouvement des aéroports. Le partage en temps réel de données exactes via des mécanismes tels que l'information sur les vols et les flux de trafic pour un environnement collaboratif (FF-ICE) et le système de gestion globale de l'information (SWIM) permettrait d'accueillir des niveaux mixtes de performances d'aéronefs et d'autorisations d'équipage. Les aéronefs peuvent communiquer des renseignements sur leur situation actuelle et leur intention aux systèmes ATC automatisés, et les capacités ATC automatisées de prédiction et de résolution des problèmes aideront les capacités embarquées en appuyant les plans de vol privilégiés par l'utilisateur tout en limitant les modifications pendant que l'aéronef traverse l'espace aérien. Pour toutes les opérations, la base devrait être la suivante : des trajectoires quadridimensionnelles précises faisant l'objet d'un partage continu entre les parties prenantes concernées.

2.3 Les étapes vers la réalisation d'opérations 4D TRAD sont directement liées au degré de maturité des technologies et des améliorations opérationnelles requises, le moteur de chaque étape étant la nécessité d'optimiser le profil de vol dans toutes les phases. Les besoins élémentaires concernent la précision de navigation dans toutes les dimensions, dont le temps, et une capacité de communication bilatérale continue de données sur les trajectoires entre plates-formes embarquées et au sol. À partir du bloc 3, un aéronef devrait être capable de respecter rigoureusement et de communiquer sa trajectoire 4D. Les systèmes au sol devraient prendre en charge l'automatisation de la gestion de l'écoulement du trafic, le minutage, le séquençement intégré et des capacités de surveillance renforcée permettant de prédire continuellement la demande et la capacité de toutes les ressources du système ATM et générer des solutions optimales.

Évolution par étapes

2.4 À partir du bloc 0, l'optimisation structurée des profils de vol sera réalisée au moyen de procédures d'arrivée, de départ et d'espace aérien basées sur la PBN visant à permettre aux aéronefs de

suivre le profil privilégié en tirant parti des opérations en descente continue (CDO) et des opérations en montée continue (CCO). Les CDO et CCO sont des sous-ensembles fonctionnels des opérations basées sur trajectoire (TBO) globales ; elles sont décrites de manière plus détaillée dans la note AN Conf/12 WP/18.

2.5 La mise en œuvre d'un ensemble initial d'applications de liaison de données pour la surveillance et les communications qui appuient des routes flexibles, une séparation réduite et une amélioration de la sécurité est une première étape pour une étroite coordination dans le sens air-sol. La surveillance dépendante automatique en mode contrat (ADS-C) et les communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC) dans l'espace aérien des régions océaniques et isolées, de même que des CPDLC continentales, sont des éléments indispensables d'un tel ensemble.

2.6 Dans la phase suivante (bloc 1), outre la navigation latérale de précision, des capacités de navigation verticale contribuent à la conception de l'espace aérien de région terminale en imposant aux aéronefs de respecter une trajectoire verticale précise pendant la descente, ce qui permet la construction de corridors limités dans le plan vertical pour appuyer l'écoulement du trafic. Le téléchargement de données de trajectoire, rendu possible grâce à des applications de liaison de données air-sol supplémentaires, couplé à l'utilisation de moyens de RTA (heure d'arrivée requise), devrait permettre de résoudre les conflits de circulation aux points de convergence ou « goulots d'étranglement », de même que la synchronisation et le suivi de la circulation. Les applications D-OTIS (service d'information opérationnelle de région terminale par liaison de données), DLC (autorisations de départ) et DTAXI (liaison de données pour la circulation au sol) apportent de nouvelles améliorations opérationnelles.

2.7 Dans le cadre du bloc 2, les procédures d'arrivée sont renforcées plus avant de manière à inclure des CDO avec éléments 4D. Dans un espace aérien encombré, ces améliorations incorporeront des éléments ayant trait à la complexité de l'espace aérien, à la charge de travail liée au trafic aérien et à la conception des procédures. L'aptitude d'un aéronef à suivre exactement un itinéraire d'arrivée optimisé, combinée aux données de situation actuelle et d'intention envoyées par l'aéronef aux systèmes automatiques ATC, améliorera la précision de la modélisation de la trajectoire et de la prédiction des problèmes. Les fonctions ATM automatiques examineront en continu la demande et la capacité de toutes les ressources du système et détermineront le moment où, selon les prévisions, le risque d'encombrement, pour toute ressource particulière (p. ex. aéroport ou espace aérien), dépassera un seuil fixé. Des mesures seront alors proposées, par exemple sous forme de réacheminements en « juste-à-temps » et de minutages, pour soulager les ressources fortement sollicitées.

Besoins technologiques

2.8 Les opérations basées sur trajectoire nécessitent un environnement opérationnel compatible avec la navigation fondée sur les performances (PBN). Comme telle, la technologie PBN requise, avec capacités avioniques renforcées, servira aussi l'environnement TBO. Faire évoluer la liaison de données au niveau de référence 2 de l'ATN pour les communications de données air-sol et renforcer la performance des communications sol-sol (y compris les AIDC) en vue de l'emploi de protocoles Internet sont des mesures nécessaires. L'élaboration de normes et la mise en œuvre coordonnée d'une référence de temps commune pour tous les systèmes, dans les aéronefs airs et au sol, créeraient une base pour la synchronisation de tous les renseignements opérationnels.

2.9 À partir du bloc 2, dans lequel toutes les améliorations concernent une coordination étroite, des opérations synchronisées et l'utilisation intégrale de trajectoires 4D, la mise en œuvre du SWIM et de la FF-ICE sera cruciale. Les besoins technologiques et les liens entre les divers blocs et modules ASBU sont détaillés dans les feuilles de route technologiques qui font partie du projet de quatrième édition du *Plan mondial de navigation aérienne* (GANP) (voir la note AN Conf/12-WP/3).

Considérations relatives à la mise en œuvre

2.10 Les TBO peuvent être mises en œuvre sur une base locale ou régionale, et les avantages sont immédiats. Cependant, pour que l'exploitation 4D TRAD livre toutes ses promesses, une mise en œuvre généralisée est nécessaire, de préférence à l'échelle mondiale. Le recours aux moyens de navigation de surface (RNAV) et de qualité de navigation requise (RNP) exige l'élaboration continue de dispositions relatives à la PBN ainsi qu'un renforcement de la mise en œuvre de la PBN partout dans le monde. Il faut également des dispositions et des éléments indicatifs de l'OACI pour appuyer la modélisation des trajectoires et l'échange de renseignements sur les trajectoires, de même que des dispositions renforcées relatives aux applications et messages de liaison de données, pour répondre aux besoins d'une base de référence continentale et océanique commune.

2.11 L'échange régulier d'autorisations ATC complexes au moyen de liaisons sol-sol et air-sol est une activité quotidienne de l'exploitation TBO qui doit se dérouler de manière totalement homogène. La mise en œuvre intégrale des communications de données entre installations ATS (AIDC) comme moyen normal pour les communications sol-sol automatisées entre organismes ATS est une première étape indispensable.

2.12 Des équipements embarqués et au sol permettant des applications 4D sont absolument nécessaires à l'interopérabilité. De même, la transition du plan de vol 2012, via la FF-ICE/1, au FIXM et à l'objet vol et, au bout du compte, au SWIM, devra être soigneusement gérée pour bénéficier progressivement des TBO.

3. CONCLUSION

3.1 Les ASBU indiquent comment appliquer les concepts définis dans le *Concept opérationnel d'ATM mondiale* (Doc 9854) pour réaliser des améliorations locales et régionales de la performance. En bout de ligne, l'objectif est de réaliser l'interopérabilité mondiale. Les impératifs de sécurité et d'efficacité exigent ce degré d'interopérabilité et d'harmonisation, qui doit être atteint à un coût raisonnable et offrir des avantages proportionnés. La Conférence est invitée à convenir de la recommandation suivante :

Recommandation 5/x — Mises à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU) concernant les opérations basées sur trajectoire

Il est recommandé que la Conférence :

- a) prie instamment les États d'approuver l'élaboration par l'OACI de normes et pratiques recommandées et d'éléments indicatifs sur les opérations basées sur trajectoire ;
- b) recommande que les États mettent en œuvre, compte tenu de leurs besoins opérationnels, le module ASBU concernant les opérations basées sur trajectoire qui fait l'objet du bloc 0, décrit en Appendice A ci-joint ;
- c) approuve le module ASBU concernant les opérations basées sur trajectoire qui fait partie du bloc 1, décrit en Appendice B, et recommande que l'OACI l'utilise comme base pour le programme de ses travaux sur le sujet ;

- d) approuve le module ASBU concernant les opérations basées sur trajectoire 4D qui fait partie du bloc 3, décrit en Appendice C, en tant qu'orientation stratégique sur ce sujet ;
- e) demande à l'OACI d'inclure le module ASBU concernant les opérations basées sur trajectoire 4D dans le projet de quatrième édition du *Plan mondial de navigation aérienne*, après mise au point et examen d'ordre rédactionnel.

Figure 1. Modules de mise à niveau par blocs visés par la présente note de travail

