



NOTE DE TRAVAIL

DOUZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 19 – 30 novembre 2012

Point 1 : Questions stratégiques portant sur le défi de l'intégration, de l'interopérabilité et de l'harmonisation des systèmes à l'appui du concept de « Ciel unique » pour l'aviation civile internationale

1.1 : Plan mondial de navigation aérienne (GANP) — cadre pour la planification mondiale

RÉFÉRENCE DE TEMPS

(Note présentée par la Présidence de l'Union européenne au nom de l'Union européenne et de ses États membres¹ ; par les autres États membres de la Conférence européenne de l'aviation civile² ; et par les États membres d'EUROCONTROL)

SOMMAIRE

La présente note expose la nécessité de revoir les spécifications concernant la précision avec laquelle les horloges utilisées pour les systèmes de gestion du trafic aérien sont synchronisées par rapport à l'UTC. Lors du passage au concept opérationnel d'ATM mondiale, et en particulier à la gestion de trajectoires 4D et aux échanges intensifs d'information via le SWIM, certaines des dispositions existantes pourraient n'être pas suffisantes et devenir un obstacle à la transition faisant suite aux mises à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU) dans le cadre du GANP. Une solution technique pourrait bien être proche, avec l'utilisation grandissante du GNSS, mais il est néanmoins essentiel de quantifier les besoins futurs et d'assurer que de nouvelles normes et procédures appropriées soient disponibles en temps utile s'il y a lieu.

Suite à donner : la Conférence est invitée à convenir des recommandations qui figurent au paragraphe 4.

1. INTRODUCTION

1.1 Les systèmes ATM et les acteurs de l'ATM ont besoin d'information sur l'heure pour mener leurs opérations. La référence de temps pour l'aviation est définie comme étant le Temps universel coordonné (UTC). Les spécifications relatives à la précision de l'information sur l'heure dépendent de la sorte d'"application ATM" dans laquelle cette information est utilisée. Pour chaque

¹ Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie et Suède. Ces 27 États sont aussi tous membres de la CEAC.

² Albanie, Arménie, Azerbaïdjan, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Géorgie, Islande, L'ex-République yougoslave de Macédoine, Moldova, Monaco, Monténégro, Norvège, Saint-Marin, Serbie, Suisse, Turquie et Ukraine.

application ATM, tous les systèmes contributeurs et tous les usagers contributeurs doivent être synchronisés avec une référence de temps qui satisfait à cette exigence de précision.

1.2 L'UTC est la référence de temps commune, mais les exigences actuelles de précision avec laquelle les horloges d'aviation sont synchronisées par rapport à l'heure UTC pourraient être insuffisantes pour couvrir les besoins futurs provenant des mises à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU), tels que l'intégrité et la rapidité de l'information ou l'utilisation de la surveillance dépendante pour des espacements rapprochés, ainsi que, plus généralement, les opérations à trajectoire 4D. Les besoins du système en matière de synchronisation utilisant une référence extérieure doivent également être pris en considération.

1.3 Il faut identifier les besoins et les solutions possibles, y compris les considérations de repli (*fall-back*).

2. HISTORIQUE

2.1 Le Temps universel coordonné est basé sur le Temps atomique international (TAI), une seconde intercalaire étant parfois ajoutée pour compenser le ralentissement de la rotation terrestre. L'UTC est employé aussi pour de nombreuses normes de l'Internet et du World Wide Web. Des précisions bien moindres que la seconde peuvent être réalisées avec des produits industriels largement disponibles tels que le *Precision Time Protocol* (IEEE 1588). À la Conférence internationale des radiocommunications en février 2012 (CMR 12), l'UIT a adopté une recommandation ayant pour objet d'*inviter la CMR 15 à examiner la possibilité de réaliser une échelle de temps continue, que ce soit par modification de l'UTC ou par une autre méthode.*

2.2 La référence de temps pour l'aviation est traitée dans les Annexes 2, 10, 11 et 15 de l'OACI (plus précisément Annexe 11, sections 2.25 et 2.28; Annexe 2, section 3.5; Annexe 10 Vol. III, partie 1, section 3.4.14, et Volume IV, section 5.2.3.5; Annexe 15, section 3.7.3). Les dispositions peuvent être résumées comme suit :

2.2.1 Les SARPS exigent que les aéronefs et les organismes ATC réalisent une précision de la référence de temps locale qui ne s'écarte pas de plus de 30 secondes de l'UTC. Là où les communications par liaison de données sont utilisées par un organisme des services de la circulation aérienne, les chronomètres et autres chronographes seront vérifiés comme il sera nécessaire pour assurer que le temps soit exact à une seconde près par rapport à l'UTC. L'heure exacte sera donnée par un observatoire ou, si c'est impossible, par un autre organisme qui obtiendra l'heure exacte d'un observatoire. Les tours de contrôle d'aérodrome devront, avant qu'un aéronef ne circule au sol en vue du décollage, communiquer l'heure exacte au pilote, à moins que des dispositions n'aient été prises pour qu'il l'obtienne d'autres sources. De plus, sur demande, les services de la circulation aérienne indiqueront l'heure exacte aux aéronefs. L'heure sera vérifiée à une demi-minute près.

2.2.2 Cette dernière indication peut être ouverte à interprétation. L'Annexe 11, § 2.25.5, ne précise pas si cela signifie que l'heure est donnée à 15 secondes près en plus ou en moins (ce qui signifierait que des minutes complètes ou des demi-minutes sont exprimées) ou à 30 secondes près en plus ou en moins (ce qui signifierait que seulement des minutes complètes sont exprimées).

2.2.3 Là où l'heure absolue est utilisée à l'intérieur de l'ATN, elle doit être exacte à une seconde près par rapport au temps universel coordonné (UTC). (Note : La valeur de précision de l'heure se traduit par des erreurs de synchronisation pouvant atteindre deux secondes). Les systèmes qui génèrent des comptes rendus ADS-B et/ou TIS-B sur la base de messages de position à la surface, de messages de position en vol et/ou de messages TIS-B utiliseront le temps mesuré UTC du GNSS pour générer l'heure d'application du compte rendu.

2.3 De plus, l'Annexe 10, Volume I traite du temps pour les constellations GNSS.

3. **PROBLÈMES**

3.1 En matière de référence de temps, il existe déjà un dispositif de référence bien spécifié – l'UTC. Il ne s'agit cependant pas de définir un étalon de référence, mais plutôt l'exigence de performance en ce qui concerne l'exactitude par rapport à l'UTC pour chaque système dans l'architecture ATM qui repose sur une exigence de temps coordonné. Différents éléments ont des exigences différentes d'exactitude et de précision pour des applications déterminées. La nécessité de la référence est en rapport avec la notion d'"horodatage" pour des systèmes automatisés qui sont en communication entre eux.

3.2 Les exigences de synchronisation d'un système dépendent non seulement des horloges qui sont utilisées mais aussi de comment elles le sont. Les systèmes actuels sont organisés surtout comme étant relatifs et autonomes, p. ex. chaque système radar utilise souvent son propre temps interne pour les opérations. La diffusion de données avec une échelle de temps interne vers un autre système exige que la relation entre les horloges soit déterminée. La "synchronisation" (*timing*) devrait être définie plutôt comme la possibilité pour l'information ou les données de circuler entre systèmes. Cela deviendra plus important avec le passage progressif des systèmes à l'environnement SWIM.

3.3 Le problème présente les deux principaux aspects suivants :

- a) le niveau d'exactitude requise auquel la référence de temps interne d'une certaine application ou d'un certain système doit correspondre à l'UTC (p.ex. UTC $\pm$ 30 s, UTC $\pm$ 1 s, UTC $\pm$ 10 μ s). Cela serait exprimé en termes de l'emplacement fonctionnel particulier ou de l'horloge du système particulier (p.ex. heure de l'aéronef, de l'organisme ATC ou du système aéronef/ATC [FMS]) et pourrait nécessiter seulement une mise à jour et une extension mineure des SARP existantes ;
- b) stabilité dans le temps : l'exactitude à long terme dépendra de la stabilité à court terme du signal d'horloge (généralement dépendant de la fréquence) exprimée comme une unité de temps (p. ex. 1 s) $\pm$ une tolérance. La dérive au cours d'une certaine période serait corrigée par une mise à jour à partir d'une "heure système" directrice.

3.4 La précision à une seconde près spécifiée pour les communications par liaison de données ne sera probablement pas suffisante pour un certain nombre d'applications pour lesquelles les données de temps sont critiques ou dans lesquelles interviennent des espacements rapprochés, et qui utilisent des données sur les configurations relatives (généralement, Mach 1 au niveau de la mer en conditions standard signifie 340 m par seconde).

3.5 Il ne semble cependant pas possible ni nécessaire de dire simplement qu'il faut que tous les éléments réalisent l'UTC $\pm$ une tolérance qui serait de plusieurs ordres de grandeur au-dessous de la seconde. En effet, les nouveaux besoins sont liés à une combinaison de facteurs, p. ex. mouvement des aéronefs vs. minimums de séparation. Il est à noter en outre que, aux fins d'assurer la séparation lorsque le GNSS est l'origine première du positionnement /de la surveillance, ce n'est peut-être pas la synchronisation qui posera le principal problème d'erreurs, mais plutôt la référence de positionnement.

3.6 Il pourrait sembler que recommander une seconde $\times 10^{-2}$ (ou 10^{-3} ?) pour les exigences d'horodatage les plus rigoureuses serait un bond significatif. Cependant, cette valeur pourrait aussi probablement être bien suffisante pour les minimums de séparation prévus et pour résoudre les ambiguïtés d'actualisation des données dans le système, tout en restant bien dans la performance des nombreuses sources de référence de temps ou du GNSS. Cela signifierait donc que le but pourrait être atteint sans nouveaux développements technologiques ou sans investissements coûteux.

3.7 Afin de définir les spécifications de performance de synchronisation de l'heure système dans une architecture distribuée comme l'ATM, il faut prendre en compte et analyser diverses considérations, telles que : sources de référence d'heure et de fréquence communes avec une précision définie et en utilisant divers signaux et formats de codage. On devrait aussi faire un usage optimal des ressources de métrologie du temps déjà existantes et tenir compte de l'absence prolongée de mises à jour provenant de liens de diffusion de l'heure.

3.8 En analysant la façon de répondre aux besoins, il est suggéré de considérer, entre autres, les aspects suivants qui, tout en constituant une longue liste et en exigeant s'être examinés attentivement, ne signifient pas que la solution soit complexe ou difficile à atteindre :

- a) exactitude des horloges dans les installations ATC ;
- b) ordinateurs en réseau au sol : ils ne posent probablement pas de problème technique, mais il faut examiner quelle tolérance ils utilisent et si c'est assez bon pour le SWIM ;
- c) heure des aéronefs via les systèmes : pour les aéronefs équipés du GNSS, employer l'heure donnée par l'équipement de bord ;
- d) pour le timing des messages ADS-B, nécessité d'examiner comment les horloges sont synchronisées et les précautions à prendre pour assurer la fiabilité dans l'utilisation des données d'aéronefs en configurations très rapprochées ;
- e) si/quand Wimax (AEROMACS) est disponible, considérer comment utiliser les protocoles de l'industrie pour réaliser la synchronisation nécessaire (nouvelle application de la liaison de données ?). Vérifier l'utilisation possible d'autres moyens tels que des horloges radio-pilotées ;
- f) discuter les questions de brouillage intentionnel/pannes/installations de secours pour le GNSS ;
- g) discuter les incidences qu'aurait sur les applications ATM le fait que des aéronefs ne respecteraient pas les exigences de synchronisation, par exemple dans le cas où un ou plusieurs acteurs seraient exposés à une perte de synchronisation avec le temps UTC

(p. ex. par suite de l'indisponibilité du GNSS, du recalage de la source d'heure de bord, etc.), ce qui pourrait entraîner des perturbations, spécialement pour les opérations sensibles au facteur temps;

h) éclaircir les aspects juridiques associés à l'utilisation des sources de temps.

3.9 Ce travail devrait être accompli en tenant compte de la redéfinition de l'UTC qui est examinée sous les auspices de l'UIT pour éliminer les sauts de seconde.

3.10 Enfin, on devrait éviter d'avoir à répéter l'exercice et à amender plusieurs fois les normes et règlements. Cela devrait donc être fait pour les changements prévus dans les Blocs 1, 2 et 3.

4. **CONCLUSION**

4.1 La Conférence est invitée à :

- a) reconnaître l'existence du problème de précision de la référence de temps pour les nouvelles applications ATM avancées, par la réalisation du concept opérationnel d'ATM mondiale et les modifications du système prévues dans les mises à niveau par blocs du système de l'aviation à long terme ;
- b) demander à l'OACI de travailler à définir les spécifications de précision pour l'utilisation future de la référence de temps, afin de les communiquer en temps utile à l'IUT et de préparer les amendements qu'il serait nécessaire d'apporter aux SARP.