

## RECOMMANDATION UIT-R M.1643\*

**Spécifications techniques et opérationnelles des stations terriennes d'aéronef du service mobile aéronautique par satellite y compris celles utilisant des répéteurs des réseaux du service fixe par satellite dans la bande 14-14,5 GHz (Terre vers espace)**

(2003)

**Résumé**

La présente Recommandation spécifie les caractéristiques techniques et opérationnelles des stations terriennes d'aéronef (STA) du service mobile aéronautique par satellite (SMAS) y compris celles utilisant des répéteurs des réseaux du SFS dans la bande 14-14,5 GHz (Terre vers espace). Les administrations devraient utiliser ces spécifications comme orientation technique afin d'établir les prescriptions de conformité des STA et de faciliter l'octroi de licences à ces stations en vue de leur utilisation à l'échelle mondiale.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que divers réseaux du service mobile aéronautique par satellite (SMAS) techniquement et opérationnellement différents sont appelés à entrer en fonction dans un proche avenir;
- b) que ces réseaux en projet du SMAS peuvent donner accès à de nombreuses applications de communication à large bande (Internet, e-mail, réseaux internes d'entreprise) vers et depuis des aéronefs, à l'échelle mondiale;
- c) que les stations terriennes d'aéronef (STA) fonctionneront mondialement sur les lignes aériennes nationales et internationales;
- d) que la circulation des stations terriennes d'aéronefs (STA) est généralement soumise à certaines règles et réglementations nationales et internationales, notamment la conformité à une norme technique et à des spécifications opérationnelles communes;
- e) qu'il est nécessaire de définir les spécifications techniques et opérationnelles applicables aux essais de conformité des STA;

---

\* NOTE – La Délégation Arabe représentée à l'AR-03 émet une réserve quant au contenu de la présente Recommandation et n'est pas disposée à accepter une quelconque répercussion par rapport au point 1.11 de l'ordre du jour de la CMR-03.

f) que l'identification des spécifications techniques et opérationnelles applicables aux STA constituerait une base technique commune qui faciliterait les essais de conformité de ces stations par de nombreuses organisations nationales et internationales et l'élaboration de dispositions de reconnaissance mutuelle pour la conformité des STA;

g) que les spécifications techniques et opérationnelles permettent d'atteindre un équilibre satisfaisant entre la complexité des équipements radioélectriques et la nécessité d'utiliser efficacement le spectre de radiofréquence,

*considérant en outre*

a) que la bande de fréquences 14-14,5 GHz contient des attributions au SFS (Terre vers espace), au service de radionavigation et aux services fixe et mobile (sauf le service mobile aéronautique) à titre primaire; que les services secondaires attribués dans la bande 14-14,5 GHz ou dans des parties de celle-ci sont notamment le service mobile par satellite (Terre vers espace) (sauf le SMAS), le service de recherche spatiale, le service de radioastronomie (SRA) et le service de radionavigation par satellite;

b) qu'il est nécessaire de protéger complètement tous les services primaires et tous les systèmes des services secondaires en place dans la bande 14-14,5 GHz;

c) que les résultats des études effectuées en application de la Résolution 216 (Rév.CMR-2000) ont fait apparaître la faisabilité de l'utilisation de la bande 14-14,5 GHz par les réseaux du SMAS (Terre vers espace) à titre secondaire, sous réserve de certaines conditions et dispositions<sup>1</sup>;

d) que l'identification par l'UIT-R des spécifications techniques et opérationnelles des STA fonctionnant dans la bande 14-14,5 GHz pourrait aider les administrations à prévenir les brouillages préjudiciables et/ou inacceptables causés à d'autres services;

e) qu'il conviendrait de pouvoir mesurer et contrôler ces spécifications techniques et opérationnelles de manière précise et continue,

*recommande*

**1** aux administrations d'utiliser les spécifications techniques et opérationnelles<sup>1</sup> des stations terriennes d'aéronef des réseaux du SMAS fonctionnant dans la bande 14-14,5 GHz données dans les Annexes 1 et 2 comme orientation pour:

- établir les prescriptions de conformité applicables aux STA;
- faciliter l'exploitation des STA.

---

<sup>1</sup> Les caractéristiques des stations terriennes d'aéronefs types doivent être conformes aux spécifications décrites dans la présente Recommandation et doivent en outre être compatibles avec celles qui ont été publiées initialement dans la Circulaire internationale d'information sur les fréquences (BR IFIC) pour le réseau du SFS correspondant. Si ces caractéristiques ne sont pas compatibles avec celles qui figurent dans la publication initiale, la coordination de la station terrienne d'aéronef concernée doit être effectuée conformément aux dispositions en vigueur du Règlement des radiocommunications (RR) ou à la Règle de procédure modifiée figurant dans le § 2 de la Règle de procédure relative au numéro 11.32 du RR, selon le cas.

## Annexe 1

### Spécifications techniques et opérationnelles applicables aux STA des réseaux du SMAS dans la bande 14-14,5 GHz (Terre vers espace)

#### Partie A

#### Spécifications majeures se rapportant à la protection des réseaux du SFS

**1** Il convient de coordonner et d'exploiter les réseaux du SMAS de manière telle que les niveaux de p.i.r.e. globale en dehors de l'axe produits par l'ensemble des STA fonctionnant à la même fréquence dans des réseaux du SMAS ne soient pas supérieurs aux niveaux de brouillage qui ont été publiés et qui ont fait l'objet d'une coordination pour une ou plusieurs stations terriennes spécifiques et/ou types de réseaux du SFS utilisant des répéteurs du SFS.

**2** Il convient que la conception, la coordination et l'exploitation d'une STA tiennent compte, pour le moins, des facteurs suivants qui pourraient faire varier les niveaux de p.i.r.e. globale hors de l'axe produits par les STA:

**2.1** l'erreur de pointage de l'antenne des STA. Quand c'est le cas, ce facteur englobe pour le moins les effets causés par la polarisation et le retard du système de pointage, l'erreur du système de poursuite en boucle fermée, le défaut d'alignement entre les ouvertures à l'émission et à la réception des systèmes utilisant des ouvertures distinctes, ainsi que le défaut d'alignement entre les alimentations d'émission et de réception des systèmes utilisant des ouvertures combinées;

**2.2** les variations du diagramme d'antenne des STA. Quand c'est le cas, ce facteur englobe pour le moins les effets causés par les tolérances de fabrication, le vieillissement de l'antenne et les effets environnementaux. Les réseaux du SMAS utilisant certains types d'antenne de STA, les antennes réseaux à commande de phase, par exemple, devraient tenir compte des variations du diagramme d'antenne en fonction de l'angle de balayage (en élévation et en azimut). Les réseaux utilisant des antennes réseaux à commande de phase devraient également tenir compte des erreurs de phase des éléments, de l'erreur d'amplitude et du taux de défaillance;

**2.3** les variations de la p.i.r.e. à l'émission des STA. Quand c'est le cas, ce facteur englobe, pour le moins, les effets causés par les erreurs de mesure, les erreurs de contrôle et le retard des systèmes de commande de puissance en boucle fermée. Les centres de contrôle et de surveillance des réseaux (NCCM, *network control and monitoring centres*) qui calculent la p.i.r.e. des STA sur la base du signal reçu doivent tenir compte des sources d'erreur et des retards. Les centres NCCM qui calculent la p.i.r.e. des STA sur la base de la puissance d'entrée doivent aussi tenir compte des erreurs de mesure et des retards.

**3** Les STA qui utilisent la poursuite en boucle fermée du signal du satellite doivent utiliser un algorithme insensible à l'accrochage et à la poursuite de signaux de satellites adjacents. Une STA doit immédiatement neutraliser l'émission lorsqu'elle constate qu'elle poursuit ou qu'elle s'apprête à poursuivre un satellite non concerné.

**4** Une STA devrait être soumise à la surveillance et au contrôle d'un centre NCCM ou d'une installation équivalente. Elle doit pour le moins pouvoir recevoir les ordres «activer l'émission» et «désactiver l'émission» du centre NCCM. La STA doit automatiquement cesser d'émettre immédiatement lorsqu'elle reçoit un ordre quelconque de «changement de paramètre» susceptible

de produire un brouillage préjudiciable pendant le changement jusqu'au moment où elle reçoit l'ordre «activer l'émission» du centre NCMC. De plus, ce dernier devrait pouvoir surveiller le fonctionnement d'une STA afin de déterminer tout problème de fonctionnement.

5 La STA doit effectuer aussi une autosurveillance et, au cas où elle constaterait une anomalie susceptible de produire un brouillage préjudiciable aux réseaux du SFS qu'elle est chargée de détecter, elle doit arrêter immédiatement son émission.

## Partie B

### Spécifications majeures se rapportant à la protection du service fixe

Dans la bande 14-14,5 GHz telle qu'elle est utilisée par les réseaux du service fixe, en visibilité directe du territoire d'une administration où les réseaux du service fixe fonctionnent dans cette bande, la puissance surfacique produite à la surface de la Terre par les émissions d'une seule STA de réseau du SMAS ne devrait pas dépasser:

$-132 + 0,5 \cdot \theta$	dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	pour	$\theta \leq 40^\circ$
-112	dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	pour	$40 < \theta \leq 90^\circ$

où  $\theta$  est l'angle d'incidence de l'onde radioélectrique (degrés au-dessus de l'horizon).

NOTE 1 – Les limites ci-dessus se rapportent à la puissance surfacique et aux angles d'incidence qui seraient obtenus en conditions de propagation en espace libre.

NOTE 2 – Un gabarit de p.i.r.e. peut être établi à partir du gabarit de puissance surfacique susmentionné en appliquant la méthode reproduite dans l'Annexe 2 de la présente Recommandation. On pourrait également envisager la simplification du gabarit de p.i.r.e. résultant.

## Partie C

### Spécifications majeures liées au partage avec le SRA

Dans le but de protéger la radioastronomie dans la bande 14,47-14,5 GHz, les stations terriennes du SMAS devraient se conformer aux mesures suivantes:

#### *Canaux du SMAS dans la bande 14,47-14,5 GHz*

- les stations du SMAS n'émettent pas dans la bande 14,47-14,5 GHz en visibilité directe des stations de radioastronomie fonctionnant dans cette bande;
- ou
- si un exploitant de réseau du SMAS envisage d'émettre à la même fréquence qu'une station de radioastronomie et en visibilité directe de celle-ci, il faudra un accord spécifique avec la station en question pour s'assurer que la STA du SMAS répondra aux prescriptions des Recommandations UIT-R RA.769 et UIT-R RA.1513 dans la bande 14,47-14,5 GHz pendant ces observations. Lorsque c'est possible, ceci peut englober les informations données à l'avance aux opérateurs de réseaux du SMAS au sujet des horaires d'observation.

#### *Canaux des réseaux du SMAS dans la bande 14-14,47 GHz*

Tous les émetteurs de STA utilisant des canaux dans la bande 14-14,47 GHz en visibilité directe d'une station de radioastronomie pendant les observations de radioastronomie émettent dans la bande 14,47-14,5 GHz de telle manière qu'ils se conforment aux niveaux

et au pourcentage de perte de données indiqués dans les Recommandations UIT-R RA.769 et UIT-R RA.1513. Des études ont montré que les niveaux de puissance surfacique suivants des STA (dB(W/(m<sup>2</sup> · 150 kHz))) dans la bande 14,47-14,5 GHz sont suffisants, avec une certaine marge, pour satisfaire aux niveaux de puissance surfacique pour les stations de radioastronomie donnés dans la Recommandation UIT-R RA.769 et au pourcentage de perte de données indiqué dans la Recommandation UIT-R RA.1513, à savoir:

$$\begin{array}{lll} -190 + 0,5 \cdot \theta & (\text{dB(W/(m}^2 \cdot 150 \text{ kHz}))) & \text{pour } \theta \leq 10^\circ \\ -185 & (\text{dB(W/(m}^2 \cdot 150 \text{ kHz}))) & \text{pour } 10^\circ < \theta \leq 90^\circ \end{array}$$

où  $\theta$  est l'angle d'incidence de l'onde radioélectrique (degrés au-dessus de l'horizon).

De tels niveaux de puissance surfacique des STA dans la bande 14,47-14,5 GHz sont réalisables par les exploitants des réseaux du SMAS au moyen d'une combinaison d'éléments tels qu'une puissance réduite du signal STA, un filtrage poussé, le maintien d'une séparation des fréquences adéquate ou de meilleures performances de l'antenne de la station.

## Partie D

### Spécifications majeures pour le partage avec le service de recherche spatiale

Il convient d'établir entre un service SMAS et les systèmes de recherche spatiale des accords relatifs au contrôle du niveau d'émission des STA dans la bande de fréquences utilisée par les systèmes du service de recherche spatiale; niveau qui, dans les cas graves, peut nécessiter l'arrêt de l'émission de la STA sur des fréquences utilisées par le système de service de recherche spatiale quand la STA se trouve au voisinage d'une station terrienne de recherche spatiale. Les détails de ces accords pourront varier compte tenu des spécifications des sites de service de recherche spatiale individuels et des réseaux du SMAS.

## Annexe 2

### Calcul d'un masque de p.i.r.e. d'hémisphère inférieur à partir d'un masque de puissance surfacique

Lors de l'essai d'un équipement du SMAS visant à déterminer s'il satisfait à un masque de puissance surfacique donné, comme celui de la Partie B de l'Annexe 1, il est parfois utile de déterminer un masque de p.i.r.e. équivalent qui peut être utilisé pour les besoins des essais.

Le masque de puissance surfacique  $\text{pdf}(\theta)$ , où  $\theta$  est l'angle d'incidence (angle d'élévation) à la surface de la Terre, peut être utilisé pour déterminer mathématiquement un masque de p.i.r.e.,  $\text{p.i.r.e.}(\gamma, H)$ , où  $\gamma$  est l'angle au-dessous du plan horizontal local et  $H$  l'altitude de l'aéronef. Cette conversion procède en deux étapes. En premier lieu,  $\gamma$  est converti en angle d'incidence équivalent,  $\theta$ . La longueur du trajet de propagation pour l'angle d'incidence  $\theta$  est déterminée et utilisée pour calculer l'affaiblissement géométrique sur le trajet et la p.i.r.e. résultante.

*Etape 1:* calcul de l'angle d'incidence  $\theta$ , (degrés) à partir de  $\gamma$  et  $H$ :

$$\theta = \arccos((R_e + H) \cos(\gamma)/R_e)$$

où:

$\theta$ : angle d'incidence

$R_e$ : rayon de la Terre (6 378 km)

$H$ : altitude de l'aéronef (km)

$\gamma$ : angle au-dessous de l'horizon.

NOTE 1 – Si l'argument de la fonction arccos est supérieur à 1, le trajet de propagation dans la direction de l'angle  $\gamma$  n'a pas d'intersection avec la Terre. Dans ce cas, qui se produit pour des valeurs de  $\gamma$  d'environ  $3,5^\circ$  ou moins, il n'existe pas de valeur  $\theta$ , et il n'y a donc pas de valeur définie pour le masque de puissance surfacique.

Etape 2: calcul de la valeur de p.i.r.e. à partir de la puissance surfacique ( $\theta$ ):

$$d = (R_e^2 + (R_e + H)^2 - 2 R_e (R_e + H) \cos(\gamma - \theta))^{1/2}$$

$$\text{p.i.r.e.}(\gamma, H) = \text{pfd}(\theta) + 10 \log_{10}(4 \pi d^2) + 60$$

où:

$d$ : distance entre la STA et le point considéré à la surface de la Terre (km)

$\text{pfd}(\theta)$ : (dB(W/(m<sup>2</sup> · MHz)))

p.i.r.e. : (dB(W/MHz)).

Les courbes de la Fig. 1 présentent cette fonction pour diverses altitudes de l'aéronef sur la base du masque de puissance surfacique donné dans l'Annexe 1, Partie B de la présente Recommandation.

FIGURE 1

Gabarit de p.i.r.e. calculé à partir du gabarit masque de puissance surfacique

