

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.2114-0
(01/2018)

**Caractéristiques techniques et
opérationnelles et critères de protection
applicables aux systèmes du service mobile
aéronautique dans les bandes de fréquences
22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz**

Série M

**Services mobile, de radiorepérage et d'amateur
y compris les services par satellite associés**



Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2018

© UIT 2018

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R M.2114-0

Caractéristiques techniques et opérationnelles et critères de protection applicables aux systèmes du service mobile aéronautique dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz

(2018)

Domaine d'application

La présente Recommandation fournit des informations sur les caractéristiques techniques et les critères de protection applicables aux systèmes du service mobile aéronautique (SMA) dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz.

Recommandations et Rapports de l'UIT connexes

Recommandations UIT-R M.1851, UIT-R P.2108 et UIT-R P.676.

Mots clés

Systèmes du service mobile aéronautique, SMA, caractéristiques techniques, critères de protection.

Abréviations/Glossaire

ADL	liaison de données du SMA (<i>AMS data link</i>)
ADT	terminal de données aéroporté (<i>airborne data terminal</i>)
SMA	service mobile aéronautique
GDT	terminal de données au sol (<i>ground data terminal</i>)
RHCP	polarisation circulaire droite (<i>right hand circularly polarised</i>)
RLOS	trajet radioélectrique en visibilité directe (<i>radio-line-of-sight</i>)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

que les systèmes et les réseaux du service mobile aéronautique (SMA) sont utilisés pour assurer des liaisons de données aériennes large bande et à bande étroite servant pour des applications relatives à la recherche scientifique, la télédétection, la lutte contre les incendies, la surveillance des terres et des cultures, la surveillance des oléoducs ainsi que la gestion des situations d'urgence,

reconnaissant

- a) que les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz sont attribuées à l'échelle mondiale à titre primaire au service mobile;
- b) que le service mobile aéronautique relève du service mobile;
- c) que le service mobile aéronautique est un service mobile entre stations aéronautiques et stations d'aéronef, ou entre stations d'aéronef;
- d) que l'utilisation de ces bandes de fréquences par des systèmes du service mobile aéronautique n'exclut pas leur utilisation par toute application actuelle ou prévue des services auxquels elles sont attribuées et n'établit pas de priorité dans le Règlement des radiocommunications;

- e) que la bande de fréquences 22,5-23,6 GHz est, de plus, attribuée à titre primaire au service fixe, au service inter-satellites et au service de recherche spatiale, dans tout ou partie des bandes de fréquences;
- f) que la bande de fréquences 25,25-27,5 GHz est, de plus, attribuée à titre primaire au service d'exploration de la Terre par satellite, au service fixe, au service fixe par satellite, au service inter-satellites et au service de recherche spatiale, dans tout ou partie des bandes de fréquences;
- g) que, dans ces bandes, de nouveaux systèmes du service mobile et du service fixe sont actuellement envisagés et étudiés par l'UIT;
- h) que l'exploitation de systèmes du service mobile aéronautique complique l'utilisation en partage sur des zones étendues et peut nécessiter un accord bilatéral entre l'administration exploitant un système du SMA et les administrations affectées,

recommande

- 1 de considérer que les caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes du SMA décrites dans l'Annexe sont représentatives des systèmes du SMA fonctionnant dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz;
- 2 d'utiliser un rapport niveau de puissance du signal brouilleur/niveau de puissance de bruit du récepteur (I/N) de -6 dB comme critère de protection requis pour les récepteurs du SMA. En présence de plusieurs sources de brouillage potentielles, le brouillage cumulatif causé par ces sources ne doit pas donner lieu à un dépassement de ce critère pour pouvoir assurer la protection du SMA.

Annexe

Caractéristiques techniques et opérationnelles et critères de protection applicables aux systèmes du service mobile aéronautique fonctionnant dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz

1 Introduction

Les systèmes et les réseaux du service mobile aéronautique (SMA) sont utilisés pour assurer des liaisons de données aériennes large bande et à bande étroite servant pour des applications relatives à la recherche scientifique, la télédétection, la lutte contre les incendies, la surveillance des terres et des cultures, la surveillance des oléoducs ainsi que la gestion des situations d'urgence.

Les liaisons de données large bande servent à transmettre des données collectées par un ou plusieurs équipements de recherche ou de télédétection situés à bord de l'aéronef, et les liaisons de données à bande étroite servent à contrôler lesdits équipements de télédétection.

2 Déploiement opérationnel

Dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz, le service mobile bénéficie d'une attribution à titre primaire dans les trois Régions de l'UIT-R. Le SMA est un service mobile entre stations aéronautiques et stations d'aéronef, ou entre stations d'aéronef. Des plates-formes assurant

des liaisons de données du SMA (ADL) peuvent être déployées n'importe où sur le territoire d'un pays dont l'administration a autorisé l'utilisation conformément à l'autorisation.

Une liaison ADL peut exister entre un terminal de données aéroporté (ADT), qui est une station d'aéronef, et un terminal de données au sol (GDT), qui est une station aéronautique, ou entre deux terminaux ADT.

Le terminal GDT peut rester en permanence à un emplacement donné ou peut être transportable. Les terminaux GDT transportables peuvent être déplacés pour répondre aux besoins d'exploitation. La durée pendant laquelle un terminal GDT transportable reste à un emplacement donné dépend des besoins d'exploitation.

La longueur d'une liaison ADL est généralement limitée par l'horizon radioélectrique (visibilité directe), qui est fonction du terrain au voisinage du terminal GDT et de l'altitude du terminal ADT. L'altitude d'exploitation des plates-formes aéroportées assurant ces liaisons ADL dépend des besoins d'exploitation particuliers et peut aller jusqu'à 20 km environ. Certaines liaisons peuvent être relativement courtes, mais un grand nombre des liaisons ont une longueur proche de la distance de l'horizon radioélectrique. Une liaison air-sol peut avoir une longueur d'environ 450 km.

Le fonctionnement d'une liaison entre deux terminaux ADT est analogue à celui d'une liaison entre un terminal GDT et un terminal ADT, à ceci près que la longueur de la liaison est fonction de l'altitude d'exploitation des deux terminaux ADT. La longueur d'une liaison directe air-air peut aller jusqu'à 900 km.

D'autres facteurs, tels que les affaiblissements dans l'atmosphère (affaiblissements dus à la pluie, aux gaz, etc.) et les affaiblissements dus à des groupes d'obstacles, décrits dans les Recommandations UIT-R de la série P pertinentes, peuvent réduire la longueur maximale de la liaison entre deux aéronefs. En fonction des conditions environnementales et des emplacements des aéronefs, la liaison pourrait être plus courte que 900 km.

Un même terminal GDT peut prendre en charge plusieurs terminaux ADT via différentes liaisons. Si les liaisons ADL sont exploitées en mode bande étroite, plusieurs liaisons de données peuvent être prises en charge sur des fréquences distinctes. Si les liaisons de données sont exploitées en mode large bande, plusieurs liaisons de données peuvent être prises en charge moyennant l'utilisation d'antennes à faisceau étroit et à gain élevé permettant d'assurer une séparation géographique.

Un terminal ADT peut servir de nœud dans un réseau plus étendu ou de répéteur afin d'augmenter la distance pouvant séparer le terminal ADT qui collecte les données et le terminal GDT qui les reçoit. Dans ce cas, le terminal ADT peut assurer deux liaisons ADL ou plus, entre deux terminaux ADT, ou entre un terminal ADT et un terminal GDT.

La durée d'utilisation de la liaison peut couvrir toute la durée du vol, à savoir décollage/atterrissage, transit à destination/en provenance de la zone d'exploitation, et la durée de collecte des données dans la zone d'exploitation. Ainsi, une liaison ADL peut rester active pendant de nombreuses heures.

3 Caractéristiques techniques des systèmes du service mobile aéronautique

Les caractéristiques techniques représentatives des liaisons de données aériennes du SMA pour les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz sont indiquées dans le Tableau 1.

3.1 Caractéristiques des émetteurs

En règle générale, les systèmes du service mobile aéronautique qui sont exploités ou qu'il est prévu d'exploiter dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz utilisent des modulations numériques. Un émetteur donné peut être capable de rayonner plusieurs formes d'onde. Les émetteurs

utilisent généralement des dispositifs de sortie avec amplificateurs de puissance à semi-conducteurs. La tendance à l'utilisation d'émetteurs à semi-conducteurs dans les nouveaux systèmes mobiles va perdurer dans un avenir prévisible en raison de la grande largeur de bande, du faible niveau de rayonnements non essentiels produits, de la faible consommation d'énergie et de la fiabilité de ces dispositifs.

Les largeurs de bande types d'émission radioélectrique des émetteurs (3 dB) des systèmes mobiles qui sont exploités ou qu'il est prévu d'exploiter dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz sont comprises entre environ 143 et 865 MHz. Les puissances de sortie de crête des émetteurs sont comprises entre 0,1 W (20 dBm) et 60 W (48 dBm). Toutefois, le niveau de puissance maximal à l'entrée de l'antenne est limité à 10 watts dans la gamme de fréquences 25,25-27,5 GHz conformément au numéro **21.5** du RR, et la puissance isotrope rayonnée équivalente est limitée à 24 dBW (dans une bande quelconque de 1 MHz) dans la gamme de fréquences 25,25-27,5 GHz lorsque la direction du rayonnement maximal de l'antenne s'écarte de moins de 1,5 degré de l'orbite des satellites géostationnaires conformément au numéro **21.2** du RR.

3.2 Caractéristiques des récepteurs

Les systèmes du service mobile aéronautique dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz ont recours au traitement numérique du signal pour améliorer leur performance.

Dans ces systèmes de nouvelle génération, le traitement du signal peut utiliser la technique d'étalement du spectre à séquence directe ou d'autres techniques évoluées pour produire un gain de traitement pour le signal utile et peut aussi assurer la suppression des signaux non désirés.

3.3 Caractéristiques des antennes

Différents types d'antennes peuvent être utilisés par les systèmes dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz. Le gain type des antennes est compris entre 33 et 46 dBi. Les polarisations horizontale, verticale et circulaire sont utilisées.

Si les caractéristiques des antennes indiquées dans le Tableau 1 suffisent, il convient de les utiliser dans les analyses de partage. Si des caractéristiques supplémentaires sont nécessaires, il convient de recourir en premier lieu aux caractéristiques d'antenne mesurées. Sinon, on utilisera les données d'antenne figurant dans le Tableau 1 conjointement avec la Recommandation UIT-R M.1851.

4 Critères de protection applicables au service mobile aéronautique dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz

La qualité de la liaison de communication est souvent limitée par le bruit. Une augmentation du bruit équivalent dans le récepteur de 1 dB entraînerait une dégradation importante de la portée de communication, correspondant à une réduction de la portée de communication d'environ 10% dans un environnement de propagation en espace libre.

Une augmentation du niveau de bruit équivalent dans le récepteur de 1 dB correspond à un rapport $(I + N)/N$ de 1,26, ou à un rapport I/N d'environ -6 dB. Étant donné la réduction de la portée pour le SMA et l'augmentation de la probabilité d'erreurs sur les bits qui découlent d'une augmentation du niveau de bruit équivalent dans le récepteur de 1 dB, un rapport I/N de -6 dB représente le critère de protection requis pour le SMA contre les brouillages causés par un autre service de radiocommunication. En présence de plusieurs sources de brouillage potentielles, le brouillage cumulatif causé par ces sources ne doit pas donner lieu à un dépassement de ce critère pour pouvoir assurer la protection du SMA.

TABLEAU 1

Caractéristiques techniques représentatives des systèmes du service mobile aéronautique dans les bandes de fréquences 22,5-23,6 GHz et 25,25-27,5 GHz

Paramètre	Unité	Système 1 Terminal aéroporté	Système 1 Terminal au sol	Système 2 Terminal aéroporté	Système 2 Terminal au sol	
Emetteur						
Gamme d'accord	GHz	25,75-27,15	22,9-23,3	25,25-27,5	22,55-23,5	
Puissance de sortie ¹	dBm	27 à 48	30 à 48	20 à 47	20 à 47	
Largeur de bande	3 dB	MHz	865	580	746	143
	20 dB	MHz	930	850	1 009	196
	60 dB	MHz	3 100	3 250	4 270	1 010
Affaiblissement des harmoniques	dB	65	65	62	62	
Affaiblissement des rayonnements non essentiels	dB	60	60	60	60	
Modulation		Numérique	Numérique	Numérique	Numérique	
Récepteur						
Gamme d'accord	GHz	22,9-23,3	25,75-27,15	22,55-23,5	25,25-27,5	
Sélectivité RF	3 dB	MHz	1 410	2 410	3 299	3 299
	20 dB	MHz	1 540	2 620	3 510	3 510
	60 dB	MHz	1 850	3 300	3 940	3 940
Sélectivité FI	3 dB	MHz	652	957	226	854
	20 dB	MHz	971	1 075	324	1 108
	60 dB	MHz	3 540	3 540	2 248	4 248
Facteur de bruit	dB	4	4	3,5	4,5	
Sensibilité	dBm	-80,1	-79,7	-85,4	-79,1	
Rejet fréquence image	dB	80	80	Non disponible	Non disponible	
Rejet fréquences parasites	dB	65	65	75	75	

TABLEAU 1 (*fin*)

Paramètre	Unité	Système 1 Terminal aéroporté	Système 1 Terminal au sol	Système 2 Terminal aéroporté	Système 2 Terminal au sol
Antenne					
Gain d'antenne	dBi	33	36-46	33	33-46
1er lobe latéral	dBi	17	18	16	16
Polarisation		RHCP ⁽²⁾	RHCP ⁽²⁾	RHCP ⁽²⁾	RHCP ⁽²⁾
Type/diagramme d'antenne		Réflecteur parabolique	Réflecteur parabolique	Réflecteur parabolique	Réflecteur parabolique
Ouverture de faisceau dans le plan horizontal	Degrés	3,0	2,7	7,2	7,2
Ouverture de faisceau dans le plan vertical	Degrés	3,0	2,7	7,2	7,2
Modèle d'antenne		Recommandation UIT-R M.1851 ³ (Distribution uniforme)	Recommandation UIT-R M.1851 ³ (Distribution uniforme)	Recommandation UIT-R M.1851 ³ (Distribution uniforme)	Recommandation UIT-R M.1851 ³ (Distribution uniforme)

Notes:

- ¹ Dans la gamme de fréquences 25,25-27,5 GHz, l'Article **21** du RR (numéros **21.2** et **21.5**) s'applique.
- ² RHCP – Polarisation circulaire droite.
- ³ La Recommandation UIT-R M.1851 fournit plusieurs diagrammes en fonction de la distribution du champ dans l'ouverture de l'antenne. La distribution suggérée pour la modélisation des antennes est indiquée entre parenthèses sur la base des indications figurant dans la Recommandation UIT-R M.1851.