

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1639-1 (06/2005)

Critères de protection du service de radionavigation aéronautique vis-à-vis de l'ensemble des émissions des stations spatiales du service de radionavigation par satellite dans la bande 1 164-1 215 MHz

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, 2010

© UIT 2010

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.1639-1*

**Critères de protection du service de radionavigation aéronautique
vis-à-vis de l'ensemble des émissions des stations spatiales
du service de radionavigation par satellite
dans la bande 1 164-1 215 MHz**

(2003-2005)

Domaine d'application

Cette Recommandation spécifie le niveau de puissance surfacique équivalente (epfd) qu'il convient de respecter pour protéger les stations du service de radionavigation aéronautique (SRNA) vis-à-vis des émissions des satellites de radionavigation de l'ensemble des systèmes du service de radionavigation par satellite (SRNS) émettant dans la bande 1 164-1 215 MHz.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'en vertu du Règlement des radiocommunications (RR), la bande 960-1215 MHz est attribuée à titre primaire au service de radionavigation aéronautique (SRNA) dans toutes les Régions de l'UIT;
- b) que des analyses montrent que des signaux du service de radionavigation par satellite (SRNS) dans la bande 1 164-1 215 MHz peuvent être conçus de manière à ne pas brouiller les récepteurs des dispositifs de mesure de distance (DME) et TACAN du SRNA fonctionnant dans cette bande;
- c) que la méthode de la puissance surfacique équivalente (epfd) évalue le brouillage produit par de nombreuses stations spatiales du SRNS dans les récepteurs du SRNA avec une plus grande précision que la méthode de la puissance surfacique totale;
- d) que les trajets des signaux du SRNS (espace-espace et espace vers Terre) en projet qui seront émis dans la bande 1 164-1 215 MHz auront leur origine dans les mêmes émissions des satellites du SRNS et qu'en conséquence le service SRNS (espace vers espace) de tels systèmes n'élèvera pas le niveau d'epfd au-dessus de celui du service SRNS (espace vers Terre);
- e) qu'il n'y a pas de projet connu de système du SRNS assurant exclusivement un service du SRNS (espace-espace) dans la bande 1 164-1 215 MHz et que la probabilité qu'un tel système soit introduit ultérieurement est jugée très faible;
- f) que la Recommandation UIT-R M.1642 contient la méthode et les caractéristiques de station SRNA de référence qu'il convient d'utiliser pour calculer l'epfd totale produite par les émissions de toutes les stations spatiales de tous les systèmes de radionavigation par satellite à une station de radionavigation aéronautique quelconque,

* Il convient de porter cette Recommandation à l'attention de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

reconnaissant

- a) que la CMR-2000 a attribué la bande de fréquences 1 164-1 215 MHz à titre primaire avec égalité des droits au SRNS à condition que le SRNS protège le SRNA contre les brouillages préjudiciables;
- b) que la CMR-03 a établi que la protection du SRNA contre les brouillages produits par le SRNS peut être assurée si l'epfd produite par toutes les stations spatiales de tous les systèmes du SRNS (espace vers Terre) exploités dans la bande 1 164-1 215 MHz ne dépasse pas $-121,5 \text{ dB(W/m}^2\text{)}$ dans une bande quelconque de 1 MHz et a adopté la Résolution 609 (CMR-03) afin de veiller à ce que ce niveau ne soit pas dépassé;
- c) que le SRNA est un service de sécurité en vertu du numéro 1.59 du RR et que les administrations doivent prendre des mesures spéciales pour protéger ces services contre les brouillages préjudiciables, conformément au numéro 4.10 du RR,

recommande

1 que le niveau maximum acceptable d'epfd produite par l'ensemble des stations spatiales de tous les systèmes du SRNS, calculé comme indiqué dans l'Annexe 1, ne dépasse pas $-121,5 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$ afin de protéger le SRNA dans la bande 1 164-1 215 MHz.

Annexe 1

Calcul du critère de protection globale

La présente Annexe traite du niveau d'epfd de l'ensemble des émissions du SRNS depuis l'espace dans la bande 1 164-1 215 MHz, de type espace-Terre ou espace-espace, nécessaire pour protéger le SRNA.

1 Définition d'epfd

La définition est basée sur le numéro 22.5C.1 du RR tel qu'il a été adopté à la CMR-2000.

Lorsqu'une antenne reçoit simultanément, dans sa largeur de bande de référence, le signal de plusieurs émetteurs situés à diverses distances, dans diverses directions et avec divers niveaux de puissance surfacique incidente, l'epfd est la puissance surfacique qui, si elle provenait d'un émetteur unique situé à grande distance de l'antenne dans la direction du gain maximal, produirait la même puissance à l'entrée du récepteur que celle qui est effectivement reçue depuis l'ensemble des émetteurs.

L'epfd instantanée est calculée au moyen de la formule suivante:

$$epfd = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,max}} \right]$$

où:

- N_a : nombre de stations spatiales visibles depuis la station de réception
- i : indice de la station spatiale considérée
- P_i : puissance RF à l'entrée de l'antenne (ou puissance rayonnée RF dans le cas d'une antenne active) de la station spatiale d'émission (dB(W/MHz))

- θ_i : angle hors axe entre l'axe de visée de la station spatiale d'émission et la direction de la station de réception
- $G_i(\theta_i)$: gain (sous forme d'un rapport) de l'antenne d'émission de la station spatiale dans la direction de la station de réception
- d_i : distance (m) entre la station d'émission et la station de réception
- φ_i : angle hors axe entre la direction de pointage de la station de réception et la direction de la station spatiale d'émission
- $G_r(\varphi_i)$: gain (sous forme d'un rapport) de l'antenne de la station de réception dans la direction de la station spatiale d'émission (voir la Recommandation UIT-R M.1642)
- $G_{r,max}$: gain maximal (sous forme d'un rapport) de l'antenne de la station de réception
- $epfd$: puissance surfacique équivalente instantanée (dB(W/(m² · MHz))) à la station de réception.

NOTE 1 – On suppose que chaque émetteur est situé dans le champ lointain du récepteur (c'est-à-dire à une distance supérieur à $2D^2/\lambda$, où D est le diamètre apparent de l'antenne du récepteur et λ la longueur d'onde d'observation). Dans le cas présent, ces hypothèses seront toujours satisfaites.

2 Valeur d'epfd totale maximale (tous systèmes du SRNS) à respecter pour protéger le SRNA

Les paramètres du Tableau 1 déterminent le niveau d'epfd auquel un équipement du service SRNA sera protégé vis-à-vis des émissions du SRNS dans la bande 1 164-1 215 MHz.

TABLEAU 1

Niveau d'epfd totale maximale acceptable pour protéger le SRNA vis-à-vis du SRNS

	Paramètre	Valeur	Référence
1	Seuil de brouillage entre DME et SRNS (au port d'antenne)	-129 dB(W/MHz)	(voir la Note 1)
2	Gain maximum d'antenne de DME ou TACAN, y compris désaccord de polarisation	3,4 dBi	(gain d'antenne 5,4 dBi, désaccord de polarisation -2 dB)
3	Surface apparente d'antenne 0 dBi à 1 176 MHz	-22,9 dB(m ²)	
4	epfd totale du SRNS (tous systèmes) dans 1 MHz	-109,5 dB(W/(m ² · MHz))	Combinaison de 1, 2 et 3 (1 moins 2 moins 3)
5	Marge de sécurité	6 dB	Recommandation UIT-R M.1477
6	Répartition du brouillage par le SRNS entre toutes les sources de brouillage	6 dB	Répartition de 25% du brouillage total acceptable par le SRNS
7	epfd totale maximale du SRNS	-121,5 dB(W/(m ² · MHz))	Combinaison de 4, 5 et 6 (4 moins 5 moins 6)

NOTE 1 – Cette valeur est basée sur un seuil de brouillage de -129 dBW de type onde entretenue spécifié pour les systèmes DME internationaux utilisés dans l'aviation civile. Les mesures ont montré qu'un signal de SRNS étalé sur 1 MHz aurait le même effet qu'un signal d'onde entretenue sur la qualité de fonctionnement du système DME (voir le § 2.1).

2.1 Comparaison des effets d'un signal brouilleur de type onde entretenue et d'un signal brouilleur de type SRNS sur les récepteurs de bord DME et TACAN

2.1.1 Sensibilité des récepteurs DME au brouillage produit par des signaux du SRNS (signaux à spectre étalé)

Des signaux de répondeur de système DME au sol ayant une valeur de crête de -83 dBm ont été utilisés comme signal utile au niveau des divers interrogateurs et récepteurs DME.

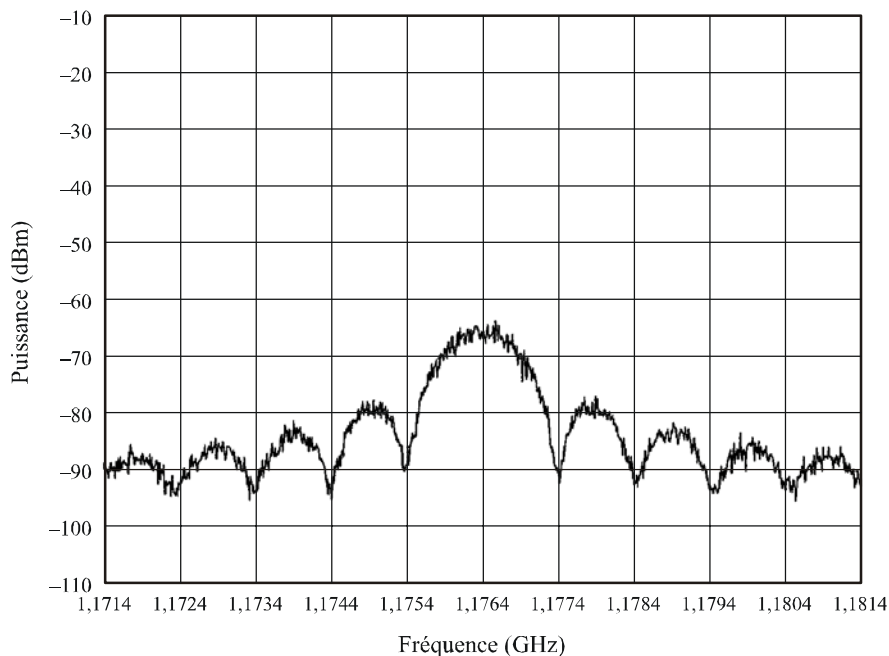
La puissance totale de la source de brouillage à bande étroite (voir la Fig. 1) ou à large bande (voir la Fig. 2) a été mesurée dans une largeur de bande de 650 kHz, et la variation de la qualité de fonctionnement d'un équipement DME en fonction de signaux de type onde entretenue et de signaux de type SRNS a été déterminée pour un certain nombre de systèmes DME de conception différente et un certain nombre de même type. Ces DME étaient des appareils destinés aux aéronefs commerciaux, grands et petits.

La forme des signaux brouilleurs utilisés dans ces tests est montrée dans les Fig. 1 et 2.

Dans le cas de la Fig. 1, la source de brouillage était produite par un simulateur de signal SRNS qui reproduisait exactement la structure du signal et le signal de fréquence d'un système SRNS existant. Cette émission d'accès multiple par répartition en code (AMRC) pseudo-aléatoire à 1,023 Mélément/s était traduite en fréquence de réception du DME soumis à l'essai. La gamme de signaux brouilleurs à bande étroite du SRNS (mesurés dans une bande de 650 kHz) appliquée aux DME s'étendait de -83 à -94 dBm.

FIGURE 1

Exemple de signal à bande étroite du SRNS traduit à 1 176,45 MHz



Largeur de bande de résolution = 100 kHz

Largeur de bande vidéo = 100 kHz

Balayage = 0,05 s

Atténuation = 0 dB

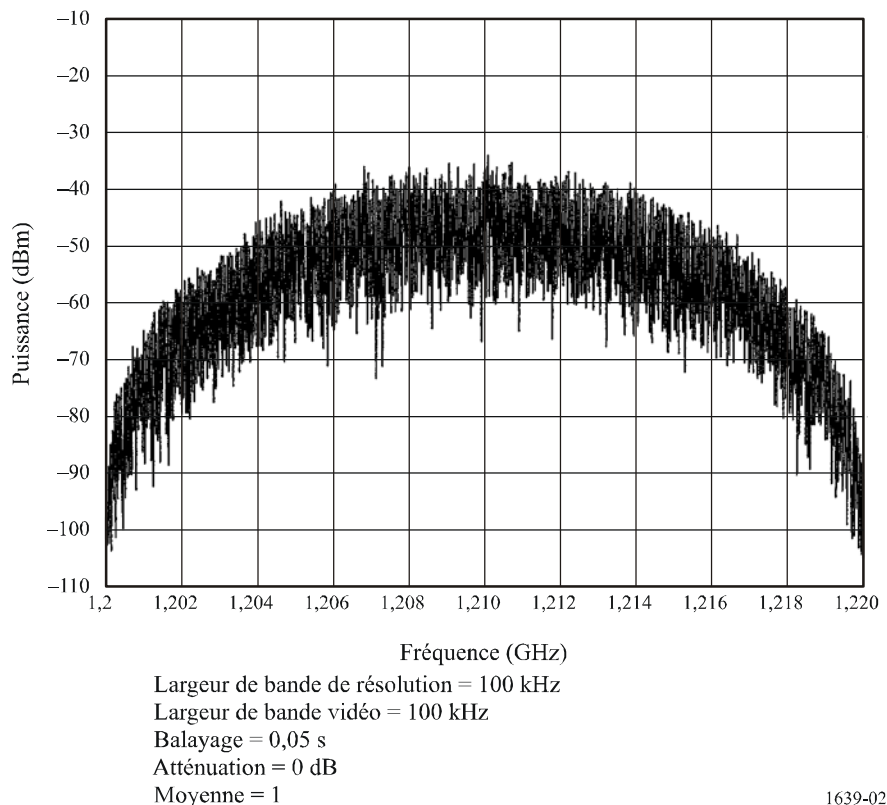
Moyenne = 10

1639-01

Dans le cas de la Fig. 2, la source de brouillage était produite par un générateur de signal numérique produisant une émission ARMC pseudo-aléatoire de 10,23 Mélément/s, analogue à celle proposée par le SRNS dans la bande 1 164-1 215 MHz. Le signal était appliqué directement au DME de réception soumis à l'essai. La gamme de signaux brouilleurs à large bande du SRNS (mesurés dans une bande de 650 kHz) appliquée aux DME s'étendait de -81 à -93 dBm.

FIGURE 2

Exemple de signal à large bande du SRNS



2.1.2 Résultats des mesures par le SRNS (équivalent d'une onde entretenue)

Les mesures ont montré qu'un signal du SRNS étalé sur 1 MHz aurait le même effet qu'un signal de type onde entretenue sur la qualité de fonctionnement du DME. Une variation des mesures d'environ ± 1 dB a été constatée ainsi qu'une variation de la qualité de fonctionnement d'environ ± 3 dB entre les différents DME.

2.2 Discrimination de polarisation circulaire obtenue par l'antenne du système DME

Une antenne de DME à polarisation verticale linéaire devrait recevoir -3 dB de l'ensemble du signal du SRNS à polarisation circulaire. Toutefois, les émissions du SRNS sont observées dans les lobes latéraux et non dans le faisceau principal d'une antenne DME, où le désaccord de polarisation est moins susceptible de se produire. Quelques mesures récentes effectuées sur des antennes de DME d'aéronef étaient de $-2,5$ dB, alors que d'autres expériences sur le désaccord de polarisation dans le contexte d'aéronefs ont permis d'observer des facteurs de 0 dB. Pour cette raison, il a été jugé utile de partir de l'hypothèse d'un désaccord de polarisation de -2 dB pour des signaux à polarisation circulaire du SRNS vers une antenne de DME. En conséquence, il convient d'ajouter cette valeur au gain d'antenne maximal effectif pour déterminer le gain d'antenne maximal du récepteur du SRNA compte tenu du désaccord de polarisation.

2.3 Répartition de brouillage total acceptable par les DME entre les émetteurs du SRNS

Le facteur retenu, 6 dB, pour la répartition du niveau de brouillage total maximal permis par toutes les sources du brouillage total maximal acceptable du SRNS fait apparaître qu'il existe une possibilité de brouillage par d'autres DME dans la même bande de fréquences, par les rayonnements non essentiels et les rayonnements hors bande d'autres systèmes du SRNA et du service mobile aéronautique par satellite (SMAS) aéroportés ainsi que par les bandes adjacentes du SRNA. Les systèmes du SRNA de bord sont notamment les transpondeurs-radars de surveillance secondaire, les systèmes anticollision embarqués et d'autres interrogateurs DME, ainsi que des terminaux embarqués de satellites du SMAS. Les sources de brouillages des bandes adjacentes sont celles des services radar de radiolocalisation à grande puissance fonctionnant immédiatement au-dessus de 1 215 MHz et des émetteurs du service de radiodiffusion fonctionnant au-dessous de 960 MHz.
