

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R SA.2044-0
(12/2013)

Critères de protection aux plates-formes de collecte de données par satellite non géostationnaire dans la bande 401-403 MHz

Série SA
Applications spatiales et météorologie



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, 2014

© UIT 2014

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 SA.2044-0

Critères de protection aux plates-formes de collecte de données par satellite non géostationnaire dans la bande 401-403 MHz

(Questions UIT-R 139/7 et UIT-R 141/7)

(2013)

Domaine d'application

La présente Recommandation donne des informations sur des critères de qualité de fonctionnement et de brouillage applicables aux systèmes de collecte de données (DCS) par satellite non OSG dans la bande 401-403 MHz.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les concepteurs de systèmes ont besoin d'objectifs de qualité de fonctionnement en présence de brouillage pour leurs systèmes;
- b) que les objectifs de qualité de fonctionnement des systèmes représentatifs exploités dans le service d'exploration de la Terre par satellite et dans le service de météorologie par satellite ont valeur de directives pour la mise au point des systèmes;
- c) qu'il faut définir des objectifs de qualité de fonctionnement pour le service d'exploration de la Terre par satellite et le service de météorologie par satellite pour être en mesure de réaliser des évaluations de brouillage;
- d) qu'il faut des critères de protection pour atteindre les objectifs de qualité de fonctionnement souhaitée en présence de brouillage,

recommande

1 que l'analyse visant à déterminer l'incidence des systèmes de collecte de données (DCS) par satellite non OSG dans la bande 401-403 MHz soit fondée sur les critères de protection suivants:

- puissance surfacique spectrale cumulative acceptable maximale égale à $-197,9 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ au niveau de l'antenne d'un instrument DCS par un satellite non OSG pour le brouillage dû au bruit large bande (voir l'Annexe 1);
- puissance surfacique maximale égale à $-165,4 \text{ dB(W/m}^2)$ au niveau de l'antenne d'un instrument DCS par un satellite non OSG, dans une largeur de bande de résolution de 19 Hz, pour les émissions brouilleuses en bande étroite dues aux raies spectrales (voir l'Annexe 2);

2 que les critères de protection définis au point **1** du *recommande* ci-dessus ne soient pas dépassés pendant plus de 1% du temps dans le champ de visibilité du satellite.

Annexe 1

Critères de protection des instruments DCS par satellite non OSG dans la bande 401-401,69 MHz contre les émissions brouilleuses dues au bruit large bande

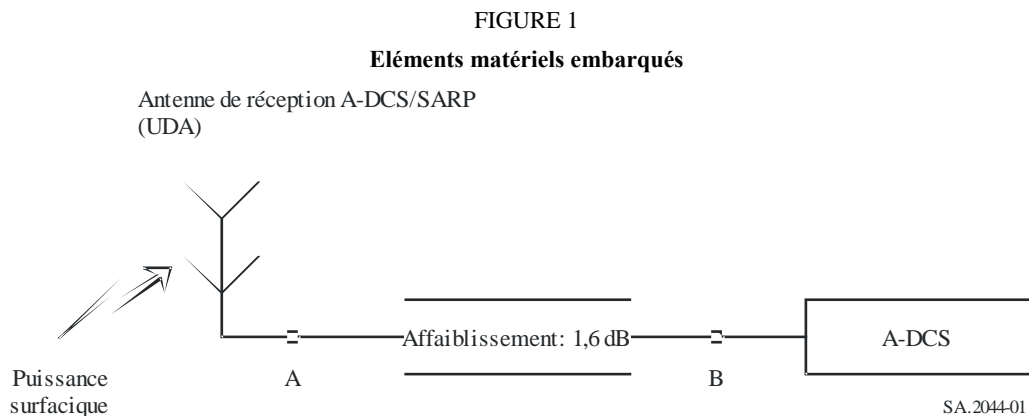
1 Introduction

On trouvera dans la présente Annexe des renseignements sur le système ARGOS, qui est un système DCS par satellite non OSG type actuellement utilisé, ainsi que sur les besoins de protection de ce système contre les émissions brouilleuses dues au bruit large bande.

2 Niveau seuil de la puissance surfacique spectrale (spfd) des brouillages

Tout bruit large bande supplémentaire introduit dans l'instrument ARGOS aura pour effet d'augmenter le taux d'erreur sur les bits (TEB) du système, ce qui aura des conséquences négatives sur la qualité de fonctionnement requise. La présente analyse permet de déterminer la puissance surfacique maximale acceptable associée au bruit large bande sur le canal de la liaison montante ARGOS.

La Figure 1 montre les principaux éléments matériels embarqués à bord des satellites NOAA. Ce schéma général s'applique aux satellites METOP et NOAA.



La spécification du diagramme du gain de l'antenne UDA est exprimée en fonction de l'angle par rapport au nadir dans le Tableau 1:

TABLEAU 1

Diagramme du gain de l'antenne de réception de l'instrument SARP/ARGOS (UDA)

Angle du satellite par rapport au nadir	62	59	54	47	39	31	22	13	5	0
Gain en polarisation circulaire dextrogyre	3,85	3,54	2,62	1,24	-0,17	-1,33	-2,24	-3,08	-3,80	-3,96
Gain en polarisation circulaire lévogyre	-5,69	-6,23	-7,52	-9,39	-11,39	-13,12	-14,52	-15,77	-17,17	-18,00
Taux d'ellipticité	6,02	5,85	5,59	5,26	4,90	4,57	4,31	4,11	3,78	3,49

Les valeurs du Tableau 1 correspondent à celles du diagramme d'une antenne de réception entre les instruments SARP et ARGOS et devraient s'appliquer aux satellites NOAA et METOP.

Pour le système ARGOS, les valeurs types sont les suivantes: facteur de bruit = 3 dB (paramètre d'entrée ARGOS); température du bruit de fond dans le cas le plus défavorable = 1 200 K (valeur mesurée compte tenu du bruit industriel en Europe); affaiblissement entre l'antenne et le récepteur ARGOS = 1,6 dB. En conséquence, la température de bruit du système à l'entrée du récepteur ARGOS (point B de la Fig. 1) est égale à 1 214 K, de sorte que la densité spectrale de bruit est égale à $N_0 = -197,8$ dB(W/Hz).

Dans le cas le plus défavorable, le système ARGOS est conçu pour fonctionner correctement lorsque le signal reçu a une puissance $C = -160$ dBW (niveau minimal du signal reçu) à l'entrée du récepteur, ce qui donne un rapport équivalent $E_b/N_0 = 8,3$ dB au niveau du détecteur de bits du système ARGOS si l'on tient compte de l'onde de forme de la balise et des différents affaiblissements de la balise.

En conséquence, pour obtenir un TEB de 2×10^{-4} (ce qui correspond à un rapport E_b/N_0 minimal de 8 dB), la dégradation maximale acceptable est de 0,3 dB.

Nous calculons ensuite le supplément de bruit correspondant à la dégradation de 0,3 dB du rapport C/N_0 .

I_0 représente la densité de puissance de bruit supplémentaire. Par conséquent, le bruit initial N_0 devient $N_0 + I_0$.

Le rapport signal/bruit C/N_0 devient $C/(N_0 + I_0)$.

La dégradation étant de 0,3 dB = $10 \log ((C/N_0)/(C/(N_0 + I_0)))$, $I_0/N_0 = -11,5$ dB et $I_0 = -209,3$ dB(W/Hz), ce qui correspond à une température de 86 K, soit une augmentation de 7% de la température de bruit du système à l'entrée du récepteur.

En conséquence, le niveau maximal admissible de la densité de bruit est $I_0 = -209,3$ dB(W/Hz) (calculé pour le point B de la Fig. 1).

Comme il ressort de la Fig. 1, la densité de bruit, I_0 , tient compte de l'affaiblissement et du gain d'antenne. Etant donné que l'on doit connaître la spfd, il faut convertir cette valeur en dB(W/(m² · Hz)). La surface apparente d'une antenne ayant un gain G est $S = G \frac{\lambda^2}{4\pi}$. La spfd correspondante est donc égale à $-209,3 + 1,6$ (affaiblissements) $- 10 \log_{10} S = -197,9$ dB(W/(m² · Hz)), en prenant en compte le plus grand angle du satellite par rapport au nadir.

Annexe 2

Critères de protection des instruments DCS par satellite non OSG dans la bande 401-401,69 MHz contre les émissions brouilleuses en bande étroite dues aux raies spectrales

1 Introduction

On trouvera dans la présente Annexe des renseignements sur le système ARGOS, qui est un système DCS par satellite non OSG type actuellement utilisé, ainsi que sur les besoins de protection de ce système contre les émissions brouilleuses en bande étroite dues aux raies spectrales.

2 Rappel

L'Annexe 1 énonce les critères de protection du système ARGOS dans la bande 401-401,69 MHz, à appliquer pour l'analyse des brouillages causés par des émissions brouilleuses large bande. Elle donne les besoins de protection de l'instrument ARGOS contre les émissions brouilleuses en bande étroite dues aux raies spectrales.

3 Besoins de protection contre les émissions brouilleuses en bande étroite dues aux raies spectrales

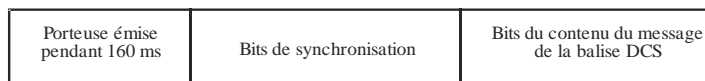
La Figure 1 montre les principaux éléments matériels du système ARGOS.

Pour mieux comprendre les motifs de cette spécification, il faut brièvement rappeler le fonctionnement de cet instrument.

Les émissions des balises ARGOS commencent lorsqu'une porteuse non modulée est émise pendant 160 ms pour permettre à une boucle à verrouillage de phase de se verrouiller plus facilement sur la porteuse. La Figure 2 représente le format du message ARGOS.

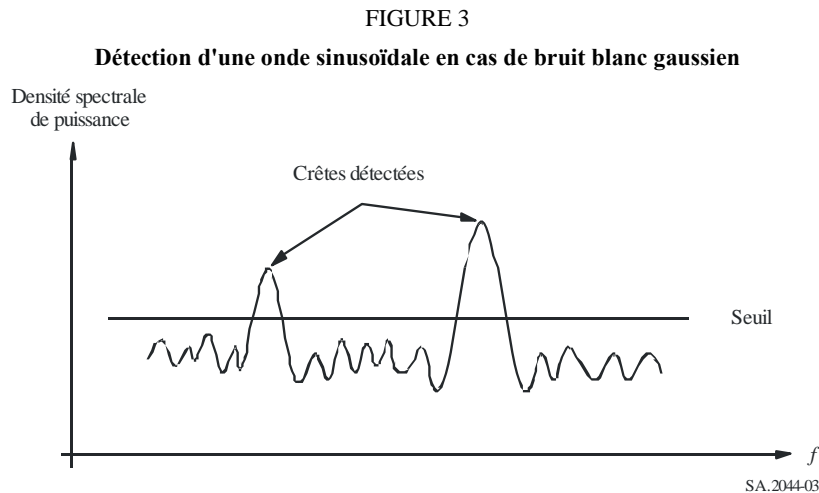
FIGURE 2

Format du message DCS



SA.2044-02

Un analyseur de spectre de l'instrument surveille en permanence la largeur de bande pour toute la couverture considérée afin de rechercher la porteuse pure des messages DCS. Lorsqu'il détecte cette porteuse, l'analyseur de spectre considère qu'il s'agit du début d'un message DCS. Cette théorie est fondée sur la détection d'une onde porteuse pure (onde sinusoïdale) dans un environnement avec bruit blanc gaussien supplémentaire. La densité spectrale de puissance du signal reçu (porteuse pure + bruit) est calculée à l'aide de techniques de type Transformée rapide de Fourier et chaque signal dont la puissance dépasse le niveau de seuil du système est traité comme s'il s'agissait d'une balise DCS (voir la Fig. 3).



Les processeurs des récepteurs ARGOS sont par conséquent conçus pour détecter les composantes spectrales discrètes (porteuse de balise non modulée) et la largeur de bande de résolution correspondante est 19 Hz. Les signaux dont la puissance dépasse le niveau de seuil sont attribués à une unité de récupération de données (DRU, *data recovery unit*) embarquée pour traitement supplémentaire et transmission vers la Terre sur le canal de télémétrie prévu pour la mission.

Afin de satisfaire aux exigences de qualité de fonctionnement ARGOS en ce qui concerne la probabilité de détection pour un large éventail d'applications utilisatrices (pistage d'animaux sauvages, pêche, océanographie, etc.), l'instrument ARGOS a été conçu pour détecter et traiter des signaux extrêmement faibles. Cet instrument fonctionne de telle manière que tout signal, C_{min} , dont la puissance est supérieure de 21 dB(Hz) au niveau de la densité de bruit local ($C_{min}/N_0 > 21$ dB(Hz)) sera assigné à une unité DRU pour traitement complémentaire. En conséquence, les signaux brouilleurs en bande étroite qui satisfont à ces critères se verront attribuer une unité DRU, de sorte que la qualité de fonctionnement de l'instrument ARGOS, en termes de capacité (nombre de messages DCS pouvant être traités par exemple), sera gravement détériorée.

Pour le système ARGOS, les valeurs types sont les suivantes: facteur de bruit = 3 dB (valeur type de l'instrument ARGOS); température dans le cas le plus défavorable de bruit de fond = 1 200 K (paramètre d'entrée ARGOS); affaiblissement entre l'antenne et le récepteur = 1,6 dB. La température de bruit du système à l'entrée du récepteur (point B de la Fig. 1) est donc égale à 1 214 K, de sorte que la densité spectrale de bruit est égale à $N_0 = -197,8$ dB(W/Hz).

Etant donné que le rapport $C_{min}/N_0 = 21$ dB(Hz), $C_{min} = -176,8$ dBW. En conséquence, tout rayonnement non essentiel en bande étroite dont le niveau est supérieur à $-176,8$ dBW à l'entrée du système ARGOS (point B de la Fig. 1) entraînera une dégradation de la capacité du système.

Il faut donc calculer l'amplitude maximale admissible de la raie spectrale à l'entrée de l'antenne ARGOS.

La spécification du diagramme du gain de l'antenne de réception ARGOS est exprimée en fonction de l'angle par rapport au nadir dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Diagramme du gain de l'antenne de réception (UDA)

Angle du satellite par rapport au nadir	62	59	54	47	39	31	22	13	5	0
Gain en polarisation circulaire dextrogyre	3,85	3,54	2,62	1,24	-0,17	-1,33	-2,24	-3,08	-3,80	-3,96
Gain en polarisation circulaire lévogyre	-5,69	-6,23	-7,52	-9,39	-11,39	-13,12	-14,52	-15,77	-17,17	-18,00
Taux d'ellipticité	6,02	5,85	5,59	5,26	4,90	4,57	4,31	4,11	3,78	3,49

En conséquence, la puissance maximale admissible au point A de la Fig. 1 est égale à $-176,8 + 1,6$ (affaiblissements) = $-175,2$ dBW, en prenant en compte le plus grand angle du satellite par rapport au nadir. Etant donné que l'on doit connaître la puissance surfacique, il faut convertir cette valeur en $\text{dB}(\text{W}/\text{m}^2)$. La surface apparente d'une antenne ayant un gain G est $S = G \frac{\lambda^2}{4\pi}$, qui correspond au plus grand angle du satellite par rapport au nadir. En conséquence, la puissance surfacique correspondante est égale à $-175,2 - 10 \log_{10} S = -165,4$ $\text{dB}(\text{W}/\text{m}^2)$.

4 Conclusion

Les calculs ci-dessus permettent de formuler les conclusions et recommandations suivantes: le cumul des émissions brouilleuses spectrales en bande étroite ne doit pas dépasser $-165,4$ $\text{dB}(\text{W}/\text{m}^2)$ à l'entrée de l'antenne ARGOS dans la bande 401-401,69 MHz, dans une largeur de bande de résolution de 19 Hz.