

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R SA.1019-1
(07/2017)

**Réseaux/systèmes à satellites relais de
données: bandes de fréquences
et sens de transmission**

Série SA
Applications spatiales et météorologie



Union
internationale des
télécommunications

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 SA.1019-1

**Réseaux/systèmes à satellites relais de données:
bandes de fréquences et sens de transmission**

(Question UIT-R 118/7)

(1994-2017)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit les bandes de fréquences et les sens de transmission recommandés pour les réseaux/systèmes à satellites relais de données.

Mots clés

Satellite relais de données (SRD), espace vers Terre, Terre vers espace, espace-espace, liaison de connexion aller, liaison de connexion retour

Recommandations et Rapports de l'UIT-R connexes

Recommandations UIT-R SA.510, UIT-R SA.1018, UIT-R SA.1155, UIT-R SA.1274, UIT-R SA.1275, UIT-R SA.1276 et UIT-R SA.1414.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a)* qu'on exploite ou qu'il est prévu d'exploiter des réseaux/systèmes à satellites relais de données conformes au système fictif de référence pour les systèmes à satellites relais de données (Recommandation UIT-R SA.1018);
- b)* que les systèmes à satellites relais de données assurent des liaisons ayant des caractéristiques très différentes, comme indiqué dans l'Annexe;
- c)* que, pour certains engins spatiaux utilisant des systèmes à satellites relais de données, il faut disposer de liaisons à faible débit (jusqu'à environ 6 Mbit/s). Ces liaisons, qui s'accommodent d'une largeur de bande réduite, sont peu coûteuses à établir puisqu'elles utilisent des émetteurs de faible puissance, des antennes simples à large faisceau sans mécanismes de pointage complexes et des récepteurs fiables dans les bandes de fréquences attribuées aux liaisons interorbitales avec les satellites relais de données en dessous de 3 GHz;
- d)* que, pour certains engins spatiaux utilisant des systèmes à satellites relais de données, il faut disposer de liaisons établies à partir d'antennes à large faisceau ou équidirectives (en particulier pour assurer des liaisons de secours) lorsque l'attitude de l'engin spatial utilisateur et la direction du satellite relais de données ne sont pas connues avec précision, ce qui nécessite l'utilisation de bandes de fréquences inférieures à 3 GHz pour les liaisons interorbitales avec les satellites relais de données;
- e)* que, pour certains engins spatiaux utilisant des systèmes à satellites relais de données, il faut disposer de liaisons à moyen ou à haut débit (de 6 Mbit/s environ à plus de 600 Mbit/s), ce qui nécessite l'utilisation de bandes de fréquences supérieures à 10 GHz pour les liaisons interorbitales avec les satellites relais de données;
- f)* que le nombre de bandes de fréquences disponibles convenant pour les liaisons interorbitales avec des satellites relais de données est limité;

- g) que les liaisons de connexion aller et retour des satellites relais de données pourraient utiliser des bandes attribuées au service fixe par satellite;
- h) que les satellites relais de données exploités en mode normal devraient utiliser les bandes spécifiques qui ont été attribuées à leurs liaisons de connexion aller et retour;
- i) que le lancement, le début de fonctionnement en orbite et les opérations d'urgence des satellites relais de données imposent l'utilisation d'antennes à large faisceau ou équidirectives, ce qui nécessite l'utilisation de bandes de fréquences inférieures à 3 GHz;
- j) que le choix de bandes de fréquences communes pour différents systèmes à satellites relais de données permet d'envisager l'interexploitation d'engins spatiaux conçus pour utiliser un système à satellites relais de données et des satellites relais de données d'un autre système;
- k) que la Recommandation UIT-R SA.1414 donne les paramètres, y compris les fréquences, des systèmes à satellites relais de données qu'il convient d'utiliser, à titre d'orientation, pour le calcul des critères de partage et des seuils de coordination,

recommande

1 que l'on utilise, pour les liaisons interorbitales à faible débit avec les engins spatiaux utilisant des systèmes à satellites relais de données établies à l'aide d'antennes à large faisceau ou équidirectives, les assignations dans les bandes attribuées:

1.1 bande 2 025-2 110 MHz pour la liaison interorbitale aller;

1.2 bande 2 200-2 290 MHz pour la liaison interorbitale retour;

2 que l'on envisage, pour les liaisons interorbitales à débit moyen avec les engins spatiaux utilisant des systèmes à satellites relais de données, les assignations dans les bandes attribuées, mais à titre secondaire:

2.1 bande 13,4-14,3 GHz pour la liaison interorbitale aller;

2.2 bande 14,5-15,35 GHz pour la liaison interorbitale retour;

3 que l'on utilise, pour les liaisons interorbitales à débit moyen ou élevé avec les engins spatiaux utilisant des systèmes à satellites relais de données, les assignations dans les bandes attribuées:

3.1 bande 22,55-23,55 GHz pour la liaison interorbitale aller;

3.2 bande 25,25-27,50 GHz pour la liaison interorbitale retour;

4 que l'on utilise les bandes 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz pour le lancement, le début de fonctionnement en orbite et les opérations d'urgence d'un satellite relais de données;

5 que l'on utilise les bandes de fréquences indiquées dans le Tableau 1 ci-dessous pour les liaisons de l'architecture de référence des systèmes à satellites relais de données, compte tenu des informations disponibles dans la Recommandation UIT-R SA.1414.

TABLEAU 1

Bandes de fréquences et sens de transmission des systèmes à satellites relais de données

Application		Sens de transmission	Fréquences
Liaison interorbitale Faible débit (<6 Mbit/s) requis Antennes d'engins spatiaux à large faisceau ou équidirectives		Aller	2 025-2 110 MHz
		Retour	2 200-2 290 MHz
Liaison interorbitale Débit moyen (6-300 Mbit/s) requis		Aller	13,4-13,75 GHz 13,75-14,3 GHz
		Retour	14,5-15,35 GHz
Liaison interorbitale Haut débit (>300 Mbit/s) requis		Aller	22,55-23,55 GHz
		Retour	25,25-27,5 GHz
Liaisons de connexion d'un SRD Lancement, début de fonctionnement en orbite et commande et télémesure de secours		Liaison montante	2 025-2 110 MHz
		Liaison descendante	2 200-2 290 MHz
Liaisons de connexion d'un SRD	Débit faible ou moyen requis	Liaison de connexion aller (montante)	14,5-15,35 GHz
			12,75-13,25 GHz 14,5-14,75 GHz
	27,5-31 GHz		
	Liaison de connexion retour (descendante)		Débit faible ou moyen requis
		10,7-11,7 GHz 12,5-12,75 GHz 13,4-13,65 GHz	
		Haut débit requis	17,7-21,2 GHz
			25,5-27 GHz (voir la Note 1)

NOTE 1 – Dans la bande de fréquences 25,5-27 GHz, la liaison de connexion retour SRD vers Terre achemine uniquement des signaux relevant du service de recherche spatiale ou du service d'exploration de la Terre par satellite.

Annexe

1 Introduction

Les communications entre, d'une part le sol et, d'autre part les lanceurs et les engins spatiaux en orbites terrestres basses utilisés pour la recherche spatiale, l'exploration de la Terre et à d'autres fins, sont essentielles. Ces communications peuvent être nécessaires de façon continue ou quasi continue, ou lorsque l'engin spatial passe au-dessus de certains points à la surface de la Terre. Les stations terriennes au sol n'ont qu'une visibilité limitée et les stations existantes ne peuvent couvrir qu'une portion d'une orbite terrestre basse. De plus, il n'est pas possible économiquement ou matériellement d'élargir les réseaux de stations au sol afin d'assurer une couverture totale ou plus complète des orbites terrestres basses. A l'inverse, un système à satellites relais de données (SRD) comprenant au moins un SRD en orbite géostationnaire a une visibilité sur les orbites basses utilisées par ces satellites considérablement plus grande que les stations terriennes au sol existantes et peut, par conséquent, assurer une couverture sensiblement meilleure.

Un satellite relais de données en orbite géostationnaire peut assurer à lui seul des communications entre une station terrienne et un engin spatial en orbite basse sur plus de la moitié de son orbite. Deux SRD convenablement placés sur l'orbite géostationnaire, avec un important écart angulaire, peuvent assurer de façon quasi continue des communications entre deux stations terriennes situées au même endroit et un engin spatial en orbite terrestre basse, à la seule exception d'une zone d'exclusion située au-dessus de la partie de la Terre à l'opposé de ces stations terriennes. De plus, deux satellites relais de données convenablement placés sur l'orbite géostationnaire peuvent assurer en permanence une couverture entre deux stations terriennes distinctes et un engin spatial en orbite terrestre basse. Un système à SRD peut également desservir d'autres stations terriennes en émission-réception ou en réception uniquement.

2 Description d'un réseau/système à satellites relais de données

Un système à SRD est constitué d'un ou plusieurs satellites relais de données en orbite géostationnaire et d'une ou plusieurs stations terriennes associées au SRD. Le système transmet les informations entre la ou les stations terriennes et les utilisateurs du SRD, qui peuvent comprendre des engins spatiaux en orbite terrestre basse, des lanceurs ainsi que des plates-formes au sol ou aéronautiques. Un système à SRD doit pouvoir assurer au moins quatre liaisons distinctes:

- une liaison Terre vers espace aller, de la station terrienne au satellite relais de données (appelée liaison montante ou liaison de connexion aller);
- une liaison espace-espace aller, du satellite relais de données à l'engin spatial en orbite basse (appelée liaison interorbitale aller);
- une liaison espace-espace retour, de l'engin spatial en orbite basse au satellite relais de données (appelée liaison interorbitale retour);
- une liaison espace vers Terre retour, du satellite relais de données à la station terrienne (appelée liaison descendante ou liaison de connexion retour).

Dans le sens aller, le signal appliqué à l'entrée de l'architecture de référence du système à SRD correspond aux données en bande de base fournies à l'entrée du modulateur de la station terrienne associée au SRD qui module la porteuse de la liaison de connexion montante.

Ces données en bande de base sont généralement constituées de données de commande et (dans le cas de missions habitées) d'informations audio et vidéo. Elles sont fournies à la station terrienne associée au SRD au moyen d'une interface externe (communication par ligne fixe, liaison RF de Terre, etc.) par le Centre de contrôle des opérations de mission (MOCC, mission operations control center)

responsable de l'engin spatial. Il convient de noter que le Centre MOCC et l'interface externe de la station terrienne associée au SRD ne font pas partie de l'architecture de référence.

Dans le cas d'un récepteur démodulateur embarqué à bord de l'engin spatial, le signal de sortie de l'architecture de référence du système à SRD dans le sens aller correspond au signal de sortie du démodulateur embarqué à bord du satellite utilisateur. Dans le cas d'un répéteur embarqué à bord de l'engin spatial, il correspond au signal de sortie du démodulateur de la station terrienne recevant le signal sur la liaison de connexion retour.

Dans le sens retour, le signal appliqué à l'entrée de l'architecture de référence du système à SRD correspond au signal à l'entrée du modulateur de l'engin spatial effectuant la transposition de la bande de base à la fréquence porteuse. Ces données en bande de base sont généralement constituées de données scientifiques en temps réel ou enregistrées, ou, dans le cas des missions habitées, d'informations audio ou vidéo. Le signal de sortie de l'architecture de référence correspond au signal de sortie du démodulateur de la station terrienne effectuant l'opération inverse.

3 Bandes de fréquences et sens de transmission

Les émissions sur chacune des liaisons de l'architecture du système à SRD définies au § 2 doivent nécessairement utiliser des bandes de fréquences distinctes, avec une bande de garde entre les signaux émis et ceux reçus par le satellite relais de données. La détermination des bandes de fréquences pour ces liaisons doit tenir compte de nombreux facteurs. Ces derniers comprennent notamment le statut d'attribution et la largeur de bande des bandes disponibles, l'ouverture du faisceau de l'antenne et les caractéristiques de propagation. Il convient de noter que le choix d'une bande de fréquences commune pour différents réseaux/systèmes à satellites relais de données nécessite d'envisager l'interexploitation d'engins spatiaux conçus pour utiliser un système à satellites relais de données et des satellites relais de données d'un autre système.

Concernant les liaisons interorbitales aller et retour, les caractéristiques des très nombreux types d'utilisateurs de SRD imposent l'utilisation de plusieurs bandes. Certains engins spatiaux utilisant des SRD nécessitent des liaisons à faible débit (jusqu'à environ 6 Mbit/s), qui s'accommodent d'une largeur de bande réduite et sont peu coûteuses à établir puisqu'elles utilisent des émetteurs de faible puissance, des antennes simples à large faisceau sans mécanismes de pointage complexes ainsi que des récepteurs fiables. D'autres engins spatiaux utilisant des SRD nécessitent des liaisons établies à partir d'antennes à large faisceau ou équidirectives (en particulier pour assurer des liaisons de secours) lorsque l'attitude de l'engin spatial utilisateur et la direction du SRD ne sont pas connues avec précision. Pour les liaisons interorbitales de ces types d'utilisateurs de SRD, l'idéal est d'utiliser des fréquences inférieures à 3 GHz. D'autres engins spatiaux utilisant des SRD nécessitent des liaisons à moyen ou à haut débit (de 6 Mbit/s à 600 Mbit/s), ce qui requiert l'utilisation de bandes de fréquences supérieures à 10 GHz pour les liaisons interorbitales avec les SRD.

Concernant les liaisons de connexion aller et retour, il convient de noter que les systèmes à SRD peuvent utiliser soit les bandes de fréquences attribuées au service fixe par satellite, soit celles attribuées au service de recherche spatiale, et qu'un certain nombre d'entre elles présente une largeur de bande suffisante pour répondre aux besoins des liaisons interorbitales en matière de transfert de données, comme décrit ci-dessus. En ce qui concerne le fonctionnement nominal des SRD, ces bandes peuvent aussi être utilisées pour la commande et la télémesure des SRD. Cependant, pour le lancement, le début de fonctionnement en orbite et les opérations d'urgence des SRD, lorsque des antennes équidirectives sont nécessaires, il est préférable d'utiliser une bande de fréquences inférieure à 3 GHz.
