

## RAPPORT UIT-R BO.2016

**SYSTÈMES DU SERVICE DE RADIODIFFUSION PAR SATELLITE  
FONCTIONNANT DANS LA BANDE 40,5-42,5 GHz**

(Question UIT-R 220/11)

(1997)

**1 Introduction**

L'objet du présent Rapport est de procéder à une évaluation préliminaire des possibilités techniques d'utilisation de la bande 40,5-42,5 GHz pour le service de radiodiffusion par satellite (SRS), service auquel cette bande est attribuée à titre primaire à l'échelle mondiale. Une telle évaluation est nécessaire car on estime généralement qu'en raison de l'affaiblissement de propagation relativement élevé qui la caractérise, cette bande est plus adaptée aux applications de Terre à courte portée qu'au SRS (voir le Rapport UIT-R BT.961). En Europe, le Comité européen des radiocommunications (ERC), ERC/DEC/(96), dans sa décision du 5 juin 1996, désigne la bande 40,5-42,5 GHz comme bande commune à utiliser pour le service de distribution vidéo multipoint (MVDS – multipoint video distribution service)\*. De plus, l'hypothèse selon laquelle la bande 40,5-42,5 GHz n'est pas adaptée au SRS a conduit certains à proposer que la bande de liaison de connexion associée de 47,2-49,2 GHz (voir le renvoi 901 au Tableau d'attribution international) soit utilisée pour les services de télécommunication par ballons stratosphériques et pour les liaisons montantes d'un système mondial du service fixe par satellite (SFS) non géostationnaire (non OSG).

Par conséquent, un autre objet du présent Rapport est de donner des exemples sur la faisabilité technique des liaisons descendantes à 41 GHz et des liaisons de connexion à 48 GHz du SRS à utiliser, dont les paramètres serviraient aux analyses de partage de fréquences entre ces liaisons et celles du service MVDS, des systèmes à ballons stratosphériques et autres applications envisagées autres que le SRS et les liaisons de connexion.

Le présent Rapport est structuré comme suit: le § 2 est une analyse du marché des services de radiodiffusion par satellite et des applications pour lesquelles les ondes centimétriques peuvent être utilisées. Le § 3 identifie les attributions actuelles au SRS et donne certaines de leurs caractéristiques. Le § 4 traite de divers aspects relatifs à la faisabilité technique de systèmes du SRS à 40 GHz, et notamment de la disponibilité des composants électroniques nécessaires; ce paragraphe contient des exemples de bilans de liaisons et traite de la disponibilité des liaisons. Le § 5 conclut en formulant certaines propositions relatives aux travaux futurs et notamment des propositions d'étude du partage de fréquences.

**2 La demande en matière de services du SRS**

La demande en services de radiodiffusion par satellite s'est accrue de manière exponentielle au cours des dix années. Actuellement, environ 40 millions de foyers reçoivent directement des programmes de télévision par satellite, principalement en Europe occidentale, au Japon et aux Etats-Unis d'Amérique. A l'exception du Japon, la croissance au début dépendait fortement de l'utilisation de satellites spécifiquement conçus pour le SFS dotés de liaisons descendantes à 11 GHz en Europe et à 4 GHz aux Etats-Unis d'Amérique. Comme indiqué dans le paragraphe suivant, la plus grande partie de la croissance actuelle et à venir intéresse les bandes planifiées du SRS au voisinage de 12 GHz et on peut prévoir qu'elle s'étende aux pays en développement de l'Asie, de l'Amérique latine et de l'Afrique tout en se poursuivant en Europe, aux Etats-Unis d'Amérique, au Japon et en Australie. Pratiquement tous ces systèmes ont une couverture nationale ou multinationale.

La couverture nationale ou multinationale des systèmes du SRS actuels et de ceux qui seront mis en service dans un futur proche peut ne pas répondre de manière efficace aux besoins de couverture plus localisée. Il existe une forte demande de services plus particulièrement ciblés vers des groupes et des localités d'intérêt commun. Ces services répondront aux besoins spécifiques en matière de programmes nationaux, culturels, éducatifs et locaux de groupes ou de localités. Dans de nombreux cas, ces services devront également respecter les frontières nationales et les limites culturelles ou, peut-être, correspondre uniquement aux intérêts spécifiques d'une localité comme, par exemple, celles d'une zone urbaine. Le «téléenseignement» est également un service qui connaît une croissance rapide et qui exige une plus grande capacité et une meilleure distribution vers l'utilisateur final. Il existe déjà au niveau universitaire des réseaux de télévision éducative (par voie hertzienne de Terre et par satellite).

---

\* Ce service est analogue au service de distribution local multipoint (LDMS – local multipoint distribution service) des Etats-Unis d'Amérique, pour lequel une attribution nationale au voisinage de 28 GHz a été octroyée.

Pour pouvoir desservir sans limitation une multitude de zones localisées, c'est-à-dire des communautés, il est hautement souhaitable que ces systèmes fonctionnent dans les bandes de fréquences élevées, c'est-à-dire au moins dans la bande 30/20 GHz. Bien qu'il soit techniquement possible d'utiliser des bandes de fréquences inférieures, l'utilisation de bandes de fréquences supérieures permet de disposer d'une capacité spectrale de réserve pour répondre en temps utile à la demande qui ressort des projections. Cela permet également d'utiliser des antennes de satellite à gain élevé et fortement directives nécessaires pour obtenir une couverture locale avec une antenne de taille acceptable. Le terme couverture locale désigne ici approximativement la couverture d'une zone urbaine importante ou une empreinte de faisceau sur la Terre de 150 à 300 km de diamètre environ. La taille de l'antenne de la station d'utilisateur peut être bien inférieure, c'est-à-dire de l'ordre de 0,5 m ou moins.

### 3 Attributions de fréquences au SRS

Des bandes de fréquences au voisinage de 2, 12, 20, 40 et 85 GHz sont attribuées au SRS. A l'exception des attributions à 40 et 85 GHz, qui offrent chacune environ 2 000 MHz dans les trois Régions de l'UIT-R, la largeur de ces bandes et leur position exacte dans le spectre varient d'une Région à l'autre. Actuellement seules les bandes situées au voisinage de 12 GHz (11,7-12,5 GHz dans la Région 1; 12,2-12,7 GHz dans la Région 2, 11,7-12,2 GHz dans la Région 3) sont très utilisées et cette utilisation est régie par les Plans d'assignation de fréquences et dispositions associées de l'Appendice 30 du Règlement des radiocommunications (RR).

Le nombre de systèmes du SRS exploités à 12 GHz est relativement faible; par contre, les projets d'utilisation de cette bande sont extrêmement nombreux. On dénombre ainsi plus de 175 réseaux du SRS proposés par vingt administrations et deux organisations internationales pour mise en œuvre dans le cadre de modifications au Plan du SRS pour les Régions 1 et 3. Cependant, des préparatifs sont en cours pour réviser les Plans actuels pour les Régions 1 et 3 à la CMR-97 en utilisant de «nouveaux paramètres» pour les assignations non mises en œuvre et pour les assignations additionnelles destinées aux «nouveaux pays».

Les attributions au SRS à 2 GHz et à 20 GHz ne sont pas respectivement adaptées ou actuellement disponibles pour des systèmes de réception TV individuels. Les attributions au SRS au voisinage de 2 GHz sont réservées à la radiodiffusion audionumérique ou à la réception TV communautaire. Les attributions au voisinage de 20 GHz (21,4 à 22 GHz dans les Régions 1 et 3, et 17,3 à 17,8 GHz dans la Région 2) ont été ajoutées par la CAMR-92 et sont réservées à la TVHD à large bande. Ces assignations ne seront pas utilisables avant le 1<sup>er</sup> avril 2007.

En revanche, aucun système à satellites n'a encore été proposé dans les bandes des 40 GHz et 80 GHz (40,5-42,5 GHz et 84-86 GHz) attribuées au SRS. L'utilisation de ces fréquences plus élevées pour des systèmes du SRS à couverture locale mérite cependant considération. Bien que le présent Rapport mette l'accent sur la bande des 40 GHz, de nombreuses considérations identiques sont applicables à la bande des 85 GHz.

## 4 Faisabilité technique d'un système du SRS à 40 GHz

### 4.1 Considérations générales

Dans ce paragraphe, on montre que la bande des 40 GHz attribuée au SRS et la bande associée attribuée aux liaisons de connexion de ce service (47,2-49,2 GHz) permettent de concevoir des systèmes de diffusion locale. Un système de ce type, mis en œuvre avec de nombreux faisceaux d'antenne de satellite hautement directifs se prête également à un très fort coefficient de réutilisation des fréquences et permet de disposer d'un très grand nombre de canaux, ce qui atténue les problèmes d'encombrement des fréquences. La conception des futurs systèmes fonctionnant dans la bande 40,5-42,5 GHz sera facilitée par l'utilisation des technologies mises au point pour les systèmes du SFS en ondes centimétriques et pour les systèmes du SRS actuels. Les futurs systèmes du SRS pourront également bénéficier des développements technologiques attendus des futurs systèmes fonctionnant dans la bande 30/20 GHz et dans les bandes supérieures.

Les progrès attendus en matière de compression de données permettront d'offrir un grand nombre de canaux vidéo numériques de bonne, voire d'excellente qualité avec des débits de données de moins de 1 Mbit/s très inférieurs aux débits de 4 à 6 Mbit/s des canaux actuels de qualité radiodiffusion des systèmes actuels de télédiffusion directe des Etats-Unis d'Amérique, d'Amérique latine, du Japon ou d'Europe. Pour les applications de téléenseignement, les exigences en matière de vidéo seront probablement moins fortes en supposant une approche traditionnelle où l'enseignant présente les documents. Ainsi, la plupart des services de téléenseignement utiliseront probablement des débits de 400 kbit/s environ (voire moins selon des gains de compression).

Les systèmes du SRS actuels utilisent des répéteurs présentant une largeur de bande comprise entre 24 et 27 MHz (selon la Région) ce qui correspond au maximum à 24-27 Mbit/s de vidéo comprimée. En utilisant les mêmes techniques de modulation et les mêmes systèmes de correction directe d'erreur, mais avec les améliorations attendues en matière de compression, il sera possible de transmettre dans la largeur de bande offerte par les répéteurs actuels 60 canaux vidéo à 400 kbit/s ou même plus.

Une qualité plus importante sera probablement requise pour la diffusion locale de programmes et pour d'autres applications spéciales, mais un canal vidéo à 1 Mbit/s sera largement suffisant, ce qui permettra d'acheminer sur une largeur de bande de répéteur environ 20 à 25 canaux vidéo de qualité. A l'évidence, il n'y a pas de raison à retenir ces largeurs de bande actuelles pour un nouveau système. La spécification d'une largeur de bande de répéteur appropriée s'effectuera en choisissant un compromis entre puissance et largeur de bande pour les répéteurs ainsi qu'en tenant compte de l'évaluation des débits de données souhaitables sur le canal vidéo et le nombre de canaux vidéo par répéteur.

Les futurs systèmes pourraient offrir un très grand nombre de canaux vidéo en employant les techniques classiques de réutilisation du spectre normalisées. Ainsi, un satellite équipé d'une antenne multifaisceau à 64 éléments pourra offrir jusqu'à 19 200 canaux vidéo, soit 300 canaux par faisceau, chaque canal vidéo ayant un débit de 400 kbit/s et chaque faisceau fonctionnant avec une largeur de bande de 125 MHz avec une ou deux polarisations orthogonales. On pourrait réduire ou accroître la capacité avec le même principe, en réduisant ou en accroissant le nombre de faisceaux ou de fréquences.

## 4.2 Bilans types de liaison

Les premiers calculs de bilan de liaison confirment la faisabilité d'un système géostationnaire avec des composants électroniques existants. Par exemple, si l'on suppose une ouverture d'antenne de  $0,3^\circ$  (correspondant à une zone de couverture de 200 km) et une antenne de réception d'utilisateur de 0,5 m de diamètre, un canal à 1 Mbit/s nécessitera environ 1 W de puissance d'émission du satellite pour offrir une disponibilité de liaison adéquate (supérieure à 96%) pour les applications envisagées.

De plus si l'on suppose une capacité de répéteur de 20 à 25 canaux vidéo à 1 Mbit/s, la puissance requise de répéteur sera d'environ 20 à 25 W (40 à 50 W si l'on tolère un recul de puissance fonctionnel de 3 dB) avec une largeur de bande correspondante comprise entre 40 et 100 MHz selon le type de modulation, le codage, les bandes de garde, etc. Une empreinte à  $0,3^\circ$  implique la présence de 200 faisceaux pour couvrir entièrement le territoire des Etats-Unis d'Amérique correspondant à une puissance totale de 10 kW. L'utilisation systématique de polarisation orthogonale double dans chaque faisceau pourrait porter cette puissance à 20 kW mais ne serait probablement pas nécessaire. On pourrait aussi abaisser la puissance d'émission du satellite par porteuse à 0,5 W, essentiellement en divisant les besoins en énergie de la charge utile par un facteur 2, mais avec seulement une faible réduction de la disponibilité des liaisons. Toutes ces valeurs de paramètres illustrent bien l'état de la technique prévisible à court terme en matière de systèmes de télécommunication.

Des bilans types de liaison en condition de temps clair ou de pluie modérée sont présentés pour des liaisons du SRS à 40 GHz dans le Tableau 1 et pour les liaisons de connexion à 47 GHz dans le Tableau 2. Comme indiqué pour les conditions de pluie dans le Tableau 2, la liaison de connexion peut être aisément rendue suffisamment puissante pour que sa contribution sur la disponibilité de la liaison et sur le bruit aller-retour soit rendue négligeable. Compte tenu du nombre relativement faible et variable de conditions à respecter pour l'implantation et l'utilisation de faisceaux d'antenne fortement directifs pour les stations terriennes assurant les liaisons de connexion, les risques de brouillage devraient être diminués.

## 4.3 Antennes de satellite multifaisceau

Les niveaux de p.i.r.e. obtenus par l'utilisation d'antennes de satellite multifaisceau à petite empreinte et à forte puissance d'émission (on peut envisager le recours à des systèmes à ouverture active à semi-conducteurs ou à des amplificateurs à tubes à ondes progressives (ATOP)) permettent l'utilisation de petits récepteurs au sol peu coûteux. Ces petites stations, ainsi que les progrès en matière de technique de compression numérique tel le MPEG-4, rendent possible la conception de systèmes économiques à satellites offrant un grand nombre de canaux vidéo et pouvant être utilisés pour des applications de téléenseignement ou pour la réception à domicile et fonctionnant dans la bande 40,5-42,5 GHz attribuée au SRS.

Les faisceaux ponctuels multiples constituent une excellente solution pour le téléenseignement (liaisons point à multipoint, et multipoint à multipoint). Les faisceaux ponctuels multiples constituent également une excellente solution pour permettre dans le cadre des systèmes actuels du SRS une programmation spécifique ou locale nationale/culturelle. Cette intéressante technologie est déjà utilisée dans un système d'état du SFS, qui fonctionne à 44 GHz. Ce système dispose d'antennes multifaisceau et à commutation rapide qui couvrent la partie visible de la Terre depuis une position géosynchrone. Bien que ces faisceaux soient utilisés pour les liaisons montantes du système, leur adaptation pour les liaisons descendantes du SRS ne sera probablement pas un.

TABLEAU 1

**Bilan type de liaison descendante  
(40,5-42,5 GHz)**

	Temps clair	Pluie
Fréquence (GHz)	41,5	41,5
Angle d'élévation (degrés)	30	30
Puissance (linéaire) de l'émetteur (W)	1	1
Diamètre de l'antenne d'émission (m)	1,8	1,8
Largeur de faisceau de l'antenne d'émission (degrés)	0,30	0,30
Gain de l'antenne d'émission (dBi)	51,8	51,8
Pertes d'émission (circuit et pointage) (dB)	4,9	4,9
p.i.r.e. (dBW)	46,9	46,9
Longueur de trajet (km)	36 780	36 780
Affaiblissement sur le trajet pour 30° d'élévation (dB)	216,5	216,5
Affaiblissement atmosphérique (temps clair/pluie) (dB)	2,0	6,0
Diamètre de l'antenne de réception (m)	0,5	0,5
Ouverture du faisceau de l'antenne de réception (degrés)	1,1	1,1
Gain de l'antenne de réception (dBi)	44,1	44,1
Affaiblissement d'alimentation (circuit, pointage EOC, polarisation) (dB)	3,0	3,0
Facteur de bruit du récepteur (dB)	3,0	3,0
Rapport $G/T$ à la réception ( $\text{dB}(\text{K}^{-1})$ )	14,6	13,9
Densité porteuse/bruit à la réception ( $\text{dB} \cdot \text{Hz}$ )	71,6	66,9
Débit de données (Mbit/s)	1,024	1,024
Rapport $E_b/N_0$ effectif requis pour $10^{-5}$ (dB)	6,0	6,0
Marge (dB)	5,5	0,8

TABLEAU 2

**Bilan type de liaison pour les liaisons de connexion  
(47,2-49,2 GHz)**

	Temps clair	Pluie
Fréquence (GHz)	48,2	48,2
Angle d'élévation (degrés)	55	55
Puissance (linéaire) de l'émetteur (W)	2	50
Diamètre de l'antenne d'émission (m)	2,0	2,0
Largeur de faisceau de l'antenne d'émission (degrés)	0,23	0,23
Gain de l'antenne d'émission (dBi)	57,5	57,5
Pertes d'émission (circuit et pointage) (dB)	2,5	2,5
p.i.r.e. (dBW)	58,0	72,0
Longueur de trajet (km)	36 780	36 780
Affaiblissement sur le trajet pour 50° d'élévation (dB)	217,4	217,4
Affaiblissement atmosphérique (temps clair/pluie) (dB)	1,2	25
Diamètre de l'antenne de réception (m)	1,5	1,5
Ouverture du faisceau de l'antenne de réception (degrés)	0,3	0,3
Gain de l'antenne de réception (EOC) (dBi)	51,8	51,8
Affaiblissement d'alimentation (circuit, pointage EOC, polarisation) (dB)	5,9	5,9
Facteur de bruit du récepteur (dB)	3,0	3,0
Rapport $G/T$ à la réception ( $\text{dB}(\text{K}^{-1})$ )	18,3	18,3
Densité porteuse/bruit à la réception ( $\text{dB} \cdot \text{Hz}$ )	86,3	77,0
Débit de données (Mbit/s)	1,024	1,024
Rapport $E_p/N_0$ effectif requis pour $10^{-5}$ (dB)	6,0	6,0
Marge (dB)	20,1	10,9

D'autres systèmes comme le système ACTS de la NASA ont permis de démontrer le bon fonctionnement des technologies d'antenne multifaisceau dans la bande 30/20 GHz et de nombreux systèmes du SFS en projet dans la bande 30/20 GHz font également appel à des antennes multifaisceau. Dans l'industrie, des études sont en cours visant à mettre au point des réseaux déphaseurs à rayonnement direct et à ouverture active, technique nouvelle qui serait utilisée pour produire un grand nombre de faisceaux d'antenne. Par conséquent, on ne prévoit pas d'obstacle technique majeur à l'utilisation d'antennes de satellite fonctionnant dans la bande 40,5-42,5 GHz et capables de produire le grand nombre de faisceaux multiples requis.

#### 4.4 Récepteur des stations terriennes

La disponibilité de microcircuits DVB et DSS permet de concevoir des récepteurs au sol à très faible coût dont les circuits d'entrée radiofréquence sont les seuls qui ont nécessité de nouveaux développements. Cependant, les récepteurs à étage d'entrée à faible bruit fonctionnant à 44 GHz intègrent les progrès déjà accomplis et sont disponibles et utilisés dans les programmes de développement actuels des systèmes à satellites. Même si ces dispositifs ont été essentiellement utilisés dans les récepteurs de satellite, ils peuvent être facilement adaptés aux récepteurs de stations terriennes fonctionnant dans la bande 40,5-42,5 GHz.

#### 4.5 Amplificateur de puissance de satellite

Bien qu'aucun dispositif spécifique ne soit actuellement disponible, la mise au point d'amplificateurs ATOP à haute puissance fonctionnant dans la bande 40,5-42,5 GHz n'est pas censée constituer une barrière technologique. L'absence de dispositifs s'explique simplement par le fait qu'aucun système n'a été exploité avec des caractéristiques analogues. Egalement, comme indiqué plus haut, les dispositifs d'émission à ouverture active sont en cours de développement dans l'industrie à des bandes de fréquences allant de 3 à 60 GHz. Ces antennes sont particulièrement intéressantes pour la production modulée de faisceaux multiples simultanés à haute puissance.

#### 4.6 Bus de satellite

Enfin, l'industrie met actuellement au point des bus de satellite à haute capacité et à forte puissance, ce qui permet de prévoir la réalisation de futurs systèmes utilisant de manière souple et efficace le spectre disponible. Ces modèles de bus intègrent plusieurs progrès techniques et pourront produire probablement une puissance supérieure à 15 kW de puissance électrique et accepter des charges utiles pouvant atteindre 1000 kg.

#### 4.7 Disponibilité des liaisons

Il convient de noter que les systèmes fonctionnant dans la bande 40,5-42,5 GHz du SRS offriront une disponibilité de liaison quelque peu inférieure à celle des systèmes conventionnels qui fonctionnent dans les bandes du SFS ou dans les bandes du SRS actuelles. Les effets atmosphériques négatifs (la pluie étant le phénomène le plus redouté) empêchent de concevoir des systèmes à satellites réels pouvant fonctionner avec des disponibilités de système habituellement élevées (supérieures à 99,5%). Les marges de liaison nécessaires, pour permettre ces disponibilités élevées dans les régions à pluviosité modérée ou élevée, peuvent facilement être supérieures à 20 dB.

L'utilisation de telles marges élevées pour faire face à des événements relativement rares (même dans les régions très pluvieuses) ne permet pas ni pratiquement, ni économiquement de réaliser de tels systèmes et peut empêcher le développement de services publics très utiles. Cependant, la fourniture de services utiles pratiques et opérationnels est possible moyennant des disponibilités quelque peu inférieures, mais tout à fait acceptables (96% à 99%) dans la plupart des régions. Le Tableau 3 présente les disponibilités de liaisons estimées (liaisons descendantes seulement) pour un certain nombre de villes des Etats-Unis d'Amérique, en prenant pour hypothèse des valeurs indiquées dans le Tableau 1. Les applications essentiellement prises en considération ici, c'est-à-dire le téléenseignement et la programmation locale, concernent des services du type direct vers l'utilisateur final et acceptent des interruptions quelque peu fréquentes. Ces systèmes se prêtent souvent aussi à des solutions au niveau du système en cas d'interruptions dues à la pluie.

Les données de tests récemment recueillies pour le satellite ACTS, et des données plus anciennes provenant des systèmes INTELSAT et Olympus, ont permis de mieux préciser, comprendre et prévoir les effets atmosphériques. La normalisation en fréquence des bases de données relatives à la pluie et à la bande 30/20 GHz permettra aux concepteurs de systèmes de mieux comprendre et de prévoir les effets atmosphériques sur les systèmes fonctionnant entre 40,5 et 42,5 GHz. Les effets atmosphériques dans la bande réservée aux liaisons de connexion (47,2-49,2 GHz, spécifiée dans le RR pour la bande 40,5-42,5 du SRS), sont bien plus importants que ceux qui affectent les liaisons descendantes. Cependant, les liaisons de connexion peuvent en général disposer des marges excédentaires nécessaires et se prêtent mieux à d'autres solutions telle la diversité de site. Cependant, un concepteur ou un exploitant de système peut décider, au niveau du système, de compromettre les objectifs de qualité de fonctionnement légèrement et d'accepter simplement un fonctionnement avec des disponibilités plus faibles.

TABLEAU 3

**Disponibilité de liaison estimée dans plusieurs villes (40,5-42,5 GHz,  
caractéristiques indiquées dans les Tableaux 1 et 2)**

Ville	Disponibilité annuelle (%)
Boston	98,2
Chicago	98,5
Denver	99,1
Detroit	98,5
Houston	96,8
Kansas City	98,3
Los Angeles	99,4
Miami	96,5
New York	98,1
Seattle	99,2
Tampa	96,6
Washington D.C.	98,0

## 5 Conclusions

Compte tenu des progrès relativement modestes réalisés dans les technologies nécessaires à la mise au point des systèmes fonctionnant dans la bande 40,5-42,5 GHz du SRS (et dans la bande associée pour les liaisons de connexion (47,2-49,2 GHz), et compte tenu des avantages que peuvent présenter de tels systèmes, il convient de poursuivre les études sur les applications des systèmes du SRS susceptibles de fonctionner dans cette bande.

En outre, étant donné que l'on a proposé des systèmes qui pourraient être incompatibles et qui fonctionneraient dans les bandes 40,5-42,5 GHz et 47,2-49,2 GHz, il convient de toute urgence d'entreprendre des études pour évaluer les possibilités réelles de partage des fréquences entre le SRS et ces systèmes. Il s'agit en particulier des systèmes du service MVDS proposés pour la bande 40,5-42,5 GHz en Europe, du système mondial à ballons stratosphériques fonctionnant dans certaines parties de la bande 47,2-49,2 GHz, et des systèmes mondiaux du SFS non OSG dont les liaisons montantes pourraient occuper toute cette bande (bande 47,2-50,2 GHz pour les liaisons montantes et bande 37,5-40,5 GHz pour les liaisons descendantes)