

RECOMMANDATION UIT-R S.742-1*

Méthodes d'utilisation du spectre

(1992-1993)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les brouillages pourraient imposer une limite au nombre de satellites exploités dans la même bande de fréquences et dans la même partie de l'orbite des satellites géostationnaires (OSG);
- b) que le nombre de satellites utilisant l'OSG pour des raisons d'exploitation a augmenté et continuera de le faire de façon significative au cours des prochaines années;
- c) que l'on estime que des méthodes d'utilisation des bandes de fréquences permettent de réduire les hétérogénéités des réseaux du point de vue des fréquences;
- d) que la procédure de coordination est d'autant plus complexe et les niveaux de brouillage entre réseaux d'autant plus importants que les types de porteuses concernés sont plus hétérogènes;
- e) que les méthodes d'utilisation du spectre peuvent, dans certaines conditions, permettre d'accepter des utilisateurs supplémentaires;
- f) que le recours à des méthodes d'utilisation des bandes de fréquences aboutira à l'utilisation la plus efficace du spectre des fréquences radioélectriques et de l'OSG,

recommande

1 que l'on applique dans la mesure du possible pour la coordination entre réseaux, une des méthodes suivantes d'utilisation du spectre, en fonction de leurs commodités d'application respectives:

1.1 Méthodes de segmentation des bandes de fréquences

Plusieurs méthodes permettent de procéder à la fragmentation du spectre. La première est la macrosegmentation où les bandes de fréquences sont divisées en blocs importants, correspondant habituellement à plusieurs largeurs de bandes de répéteurs, ce qui se traduit par un petit nombre seulement de segments. Pour caractériser chacun de ces segments, on peut utiliser deux techniques (classification des porteuses et valeurs des paramètres) et employer divers ensembles de règles. La macrosegmentation devrait constituer la méthode la plus efficace lorsque les proportions des différents types de porteuses et des valeurs paramétriques sont identiques au sein des différents systèmes à satellite coordonnés.

* La Commission d'études 4 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2001 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44 (AR-2000).

La seconde méthode est la microsegmentation. Dans ce cas, la segmentation porte sur des blocs de petite taille, correspondant habituellement à la largeur de bande d'un répéteur. La microsegmentation devrait constituer la méthode la plus efficace lorsque les plans des fréquences des répéteurs des réseaux à satellites (largeurs de bande, polarisation, etc.) utilisés sur l'arc orbital de coordination considéré, sont semblables.

1.1.1 Macrosegmentation, classification des porteuses

Avec cette technique, on identifie des types normalisés de porteuses et l'on définit plusieurs catégories. Le Tableau 1 montre comment 50 porteuses différentes ont pu être identifiées et classées dans l'une des trois catégories suivantes:

- porteuses à haute densité: TV-MF
MRF-MF à faible indice de modulation
- porteuses à faible capacité: SCPC
porteuses numériques et analogiques de faible capacité ou faible puissance
- porteuses moyennes: MRF-MF à indice de modulation moyen à élevé
AMRT
porteuses numériques à large bande.

Ce dernier type de porteuse est compatible avec l'un ou l'autre des deux types précédents en ce qui concerne les brouillages mutuels. Par conséquent, seuls les deux premiers types de porteuses – haute densité et faible capacité – auraient à être séparés dans le cadre des règles d'utilisation rationnelle du spectre; les porteuses moyennes peuvent être placées n'importe où. Pour y parvenir, la bande attribuée (en général de 500 ou 250 MHz de largeur) est divisée en sous-bandes de faible capacité et en sous-bandes de haute densité. Cette division peut se faire en général, en attribuant les parties inférieures de la largeur de bande attribuée aux porteuses à faible capacité et les parties supérieures aux porteuses à haute densité; seules les porteuses de la catégorie considérée pourraient utiliser la sous-bande. La détermination des modalités optimales de segmentation dépend des bandes de fréquences considérées. La Fig. 1 présente certaines valeurs de la séparation angulaire requise, obtenues avec cette méthode.

1.1.2 Macrosegmentation, approche des valeurs de paramètres

Avec cette technique, on propose une approche différente pour la segmentation en sous-bandes, fondée sur certaines valeurs de paramètres telles que la p.i.r.e. de la station terrienne, le type de modulation, la largeur de bande de la porteuse et diverses combinaisons des paramètres généralisés (A, B, C et D) de la CAMR ORB-88. Conformément à cette approche, la bande de fréquences 6/4 GHz peut être divisée en deux segments, ce qui permet de réduire de moitié l'espacement nécessaire entre satellites par rapport au cas où il n'y aurait pas de division de la bande, et d'obtenir une amélioration plus importante en jouant sur la largeur de bande de la porteuse, la p.i.r.e. de la liaison montante et la p.i.r.e. de la liaison descendante (voir la Fig. 1).

1.1.3 Microsegmentation

Avec cette méthode, on considère des bandes correspondant à une largeur de bande de répéteur. On utilise une méthode de classification des porteuses qui permet d'identifier les sous-bandes qui seront utilisées par des porteuses à haute densité et non par des porteuses à faible capacité. Contrairement à la macrosegmentation, les sous-bandes sont identifiées par rapport à une largeur de bande de répéteur (par exemple, 36 MHz) et non par rapport à une bande de fréquences totale (par exemple, 500 MHz).

TABLEAU 1

Macrosegmentation, exemple de classification des porteuses

MRF-MF N°	Type		N/V	B_{oc} (MHz)	f_{min} (kHz)	f_{max} (kHz)	Δf_{st} (kHz)	Δf_m (kHz)	Catégorie		
									FC	M	HD
1	12	1,3	12	1,13	12,0	60,0	108,5	159,0	x		
2	12	2,5	12	2,2	12,0	60,0	238,9	350,0	x		
3	24	2,5	24	1,96	12,0	108,0	163,4	275,0		x	
4	60	2,5	60	2,25	12,0	252,0	136,5	276,0		x	
5	72	2,5	72	2,25	12,0	300,0	124,5	261,0		x	
6	60	5,0	60	3,96	12,0	252,0	270,1	546,0		x	
7	132	5,0	132	4,45	12,0	552,0	223,5	529,0		x	
8	192	5,0	192	4,51	12,0	804,0	180,0	459,0		x	
9	96	7,5	96	5,87	12,0	408,0	359,8	799,0		x	
10	192	7,5	192	6,40	12,0	804,0	297,2	758,0		x	
11	252	7,5	252	6,74	12,0	1 052,0	259,7	733,0		x	
12	132	10,0	132	7,50	12,0	552,0	430,0	1 020,0			x
13	252	10,0	252	8,49	12,0	1 052,0	357,4	1 009,0			x
14	312	10,0	312	8,96	12,0	1 300,0	320,0	1 005,0			x
15	252	15,0	252	12,39	12,0	1 052,0	576,4	1 627,0			x
16	432	15,0	432	12,95	12,0	1 796,0	400,2	1 479,0			x
17	432	20,0	432	17,99	12,0	1 796,0	615,8	2 276,0			x
18	612	20,0	612	17,70	12,0	2 540,0	453,7	1 996,0			x
19	432	25,0	432	20,59	12,0	1 796,0	727,3	2 688,0			x
20	792	25,0	792	22,34	12,0	3 284,0	498,4	2 494,0			x
21	972	25,0	972	25,00	12,0	4 028,0	410,0	2 274,0			x
22	972	36,0	972	35,99	12,0	4 028,0	796,7	4 417,0			x
SCPCA N°	Type			B_{oc} (kHz)	f_{min} (kHz)	f_{max} (kHz)	Δf (kHz)	Catégorie			
								FC	M	HD	
23	0,020		20,0	0,3	3,4	5,8	x				
24	0,025		25,0	0,3	3,4	12,0	x				
25	0,030		30,0	0,3	3,4	8,5	x				
26	0,090		90,0	0,3	3,4	3,4	x				
27	0,180		180,0	0,3	3,4	3,3	x				
SCPCN N°	Type	N/E	B_{oc} (kHz)	Débit binaire (kbit/s)							
28	0,064	4	38,0	64,0			x				
29	0,085	4	50,0	85,0			x				
30	0,128	4	150,0	128,0			x				
31	0,256	4	300,0	256,0			x				
32	0,512	4	600,0	512,0			x				
NUM-LB N°	Type	N/E	B_{oc} (MHz)	Débit binaire (Mbit/s)							
33	2Q	4	1,44	2,048				x			
34	3Q	4	1,84	3,072				x			
35	4Q	4	2,25	4,096				x			
36	8Q	4	5,0	8,448				x			
37	10Q	4	5,0	10,0				x			
38	17Q	4	10,2	17,0				x			
39	25Q	4	18,0	24,6				x			
40	34Q	4	20,6	34,368				x			
41	40Q	4	20,0	40,0				x			
NUM-LB N°	Type	N/E	B_{oc} (MHz)	Débit binaire (Mbit/s)							
42	50Q	4	25,6	50,0				x			
43	120Q	4	75,0	120,0				x			
44	139Q	4	82,0	139,264				x			
45	147Q	4	110,0	147,0				x			
TV-MF N°	Type	Δf (MHz)	B_{oc} (MHz)	Δf_{pm} (MHz)	Δf_{pnm} (MHz)	f_{bal} (Hz)					
46	TV.17	4,75	17,5	1,0	2,0	60/30			x		
47	TV.20	4,8	20,0	1,0	2,0	50			x		
48	TV.30	6,2	30,0	2,0	4,0	50			x		
49	TV.35	5,0	30,0	2,0	4,0	50/25			x		
50	TV.36	11,0	32,0	1,0	2,0	50			x		

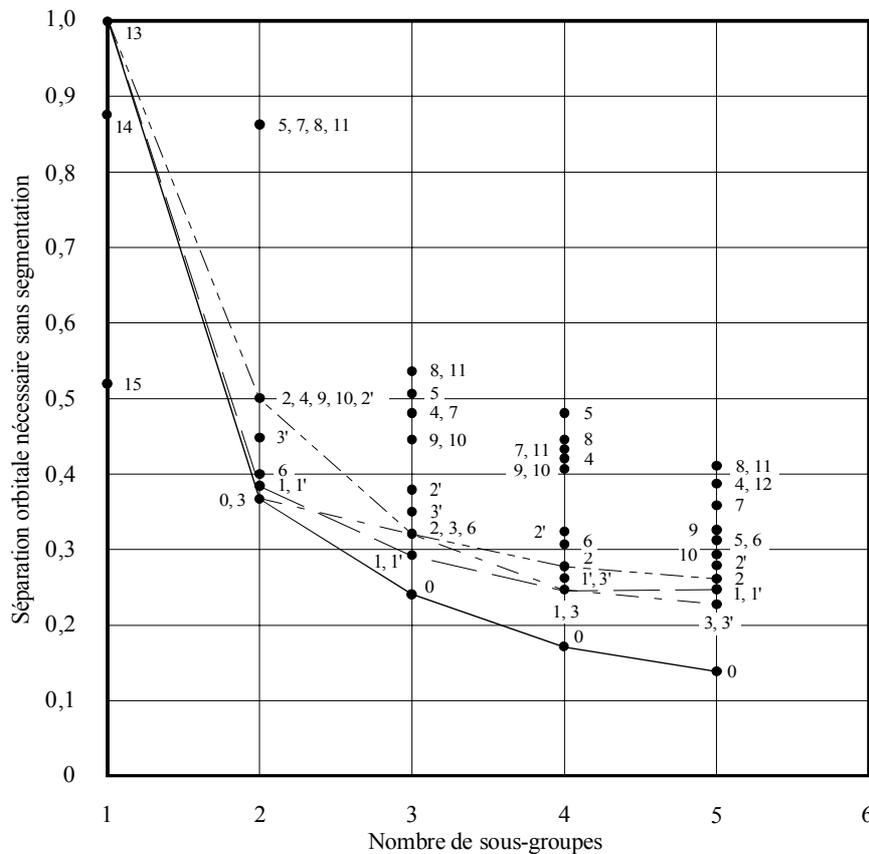
Texte relatif au Tableau 1:

SCPCA : SCPC analogique
 SCPCN : SCPC numérique
 NUM-LB : numérique large bande
 N/V : nombre de voies
 N/E : nombre d'états
 B_{oc} : largeur de bande occupée
 Δf : excursion de fréquence

Δf_{pm} : excursion de fréquence, porteuse modulée
 Δf_{pnm} : excursion de fréquence, porteuse non modulée
 f_{bal} : fréquence de balayage
 Δf_{st} : excursion de fréquence (signal de test)
 Δf_m : excursion de fréquence multiplex
 FC : faible capacité
 M : moyenne
 HD : haute densité

FIGURE 1

Séparation orbitale nécessaire dans la bande 6/4 GHz (sans tenir compte des faisceaux multiples) avec la méthode de macrosegmentation



- 0 Optimum —————
- 1 Largeur de bande - - - - -
- 2 p.i.r.e. de la liaison montante -
- 3 p.i.r.e. de la liaison descendante - - - - -
- 4 Paramètre A
- 5 Paramètre B
- 6 Paramètre C
- 7 Paramètre D
- 8 A/B
- 9 C/D
- 10 Max. (A/B, C/D)
- 11 Min. (A/B, C/D)
- 12 Type de modulation
- 13 Sans segmentation
- 14 Sans coexistence de porteuses TV-MF ou SCPC-MDP
- 15 Sans coexistence de porteuses TV-MF ou (SCPC-MDP et SCPC-MF)

D01

Les primes indiquent que les p.i.r.e. des porteuses d'INTELSAT sont maximales.

1.2 Méthodes d'harmonisation et de flexibilité de l'utilisation du spectre

1.2.1 Harmonisation de l'utilisation du spectre

Avec cette méthode, il est possible de parvenir à une harmonisation de l'utilisation du spectre en respectant la règle suivante:

- les porteuses TV et à haute densité pourraient se situer dans la partie haute de la largeur de bande et s'étendre vers le bas; les porteuses SCPC et à faible capacité pourraient occuper la partie basse de la largeur de bande en s'étendant vers le haut, ou réciproquement, suivant la bande considérée. Cette technique permet de résoudre dans de nombreux cas les problèmes et d'éviter une utilisation rigide du spectre.

Cette approche est très semblable à celle de la classification des porteuses décrite ci-dessus, mais présente en outre la souplesse résultant de l'absence de délimitation stricte des différents types de porteuses. La suppression des limites fixes risque toutefois de conduire à assigner les mêmes fréquences à des porteuses de type incompatible, par suite d'un déséquilibre de la répartition des différents types de porteuses au sein des réseaux à satellite coordonnés. Par exemple, certaines porteuses SCPC à bande étroite d'un système risquent de chevaucher des porteuses TV-MF de l'autre système. Compte tenu de la nécessité d'optimiser l'efficacité d'utilisation de l'orbite, et par conséquent de réduire la séparation orbitale entre les satellites, la protection des porteuses SCPC contre un brouillage préjudiciable causé par les porteuses TV-MF exigerait l'application de l'une des directives indiquées au § 1.2.2 ou à la Note 1 du § 2 ci-dessous.

1.2.2 Utilisation flexible

Avec cette méthode, on considère les non-homogénéités entre plans de fréquences de satellites adjacents au cours de la phase de coordination, en utilisant les directives selon lesquelles les porteuses SCPC ne doivent pas être situées aux fréquences des porteuses TV-MF ou à leur proximité, dans la bande de dispersion d'énergie.

2 que les Notes suivantes soient considérées comme faisant partie de la Recommandation:

NOTE 1 – Même sans une segmentation rigoureuse, on peut considérablement améliorer l'efficacité d'utilisation de l'orbite en évitant d'assigner les mêmes fréquences aux porteuses TV-MF et SCPC. On pourrait y parvenir dans la pratique en assignant aux porteuses TV et SCPC des segments distincts, et ce, grâce à des arrangements souples. Il est à noter toutefois, que pour les administrations dont les besoins en trafic sont faibles, cela pourrait conduire à une utilisation inefficace du secteur spatial.

NOTE 2 – Dans le cas de la méthode de macrosegmentation avec classification des porteuses, l'utilisation d'une sous-bande neutre permet une souplesse limitée pour tenir compte des faibles écarts de trafic dans les différentes catégories. Toutefois, la rigidité inhérente à cette méthode présente un inconvénient majeur. Dans les systèmes existants, si la réallocation des porteuses dans les sous-bandes appropriées était nécessaire, ceci poserait un problème dans le cas de certains systèmes et d'importantes contraintes pourraient être imposées soit par les équipements, soit par les accords de coordination préalables.

On pourrait remédier à cette rigidité en autorisant que l'on utilise pour les réseaux, n'importe quelle sous-bande pour n'importe quel type de porteuse, mais conformément à un modèle d'utilisation correspondant aux classifications en vigueur. Par exemple, l'ordre d'emploi pourrait suivre l'ordre des fréquences croissantes pour les porteuses à faible capacité et celui des fréquences décroissantes pour les porteuses à haute densité. En cas de difficultés entre réseaux, les porteuses à faible capacité devraient avoir la priorité si le problème ne pouvait être réglé autrement.

NOTE 3 – En ce qui concerne l'incidence de la macrosegmentation (utilisation des valeurs de paramètre et classification des porteuses) sur les systèmes existants et en projet, chaque plan de segmentation imposerait un réaménagement des porteuses dans les systèmes. Cela pourrait être difficile à réaliser, en particulier dans les systèmes compliqués de satellites à faisceaux multiples dans lesquels la disposition des porteuses est régie par des préoccupations complexes de couverture et d'interconnexion. L'utilisation de plans rigides de segmentation des bandes en pareils cas pourrait réduire l'efficacité d'utilisation du spectre et de l'orbite.

NOTE 4 – Avec la méthode de microsegmentation, la largeur des sous-bandes, lorsqu'il faut éviter de placer des porteuses à faible densité, est probablement comprise entre 2 et 10 MHz; ce point doit faire l'objet d'un complément d'étude. Dans certains cas, on peut améliorer ces méthodes en alternant la polarisation des porteuses à grande densité qui se chevauchent dans les répéteurs ayant un décalage correspondant approximativement à la largeur de bande d'un demi-répéteur. En utilisant par exemple une largeur de bande de répéteur de 36 MHz, l'espacement entre les centres de la sous-bande serait alors de 20 MHz.
