

## RECOMMANDATION UIT-R F.1099-4

**Dispositions des canaux radioélectriques pour les systèmes hertziens fixes numériques de moyenne et grande capacité fonctionnant dans la partie supérieure de la bande des 4 GHz (4 400-5 000 MHz)**

(Question UIT-R 136/9)

(1994-1995-1997-1999-2007)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation décrit des dispositions de canaux radioélectriques applicable aux systèmes hertziens fixes (FWS) fonctionnant dans la partie supérieure de la bande des 4 GHz (4 400-5 000 GHz), qui peuvent être utilisées pour des systèmes fixes de moyenne et grande capacité, sur la base d'une structure commune de 10 MHz. Les Annexes 1 et 2 présentent des dispositions de canaux radioélectriques conformes aux spécifications figurant dans le corps du texte, avec des espacements de 20, 40, 60 ou 80 MHz. On trouvera dans l'Annexe 3 une autre disposition avec un espacement des canaux de 28 MHz. Des dispositions alternées ou dans le même canal sont présentées, de même que des informations sur la transmission multiporteuse fondée sur ces dispositions.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que des systèmes hertziens fixes numériques de grande capacité ayant des débits binaires d'au moins 90 Mbit/s et permettant de transmettre des signaux de la hiérarchie numérique plésiochrone ou synchrone sont nécessaires dans la bande des 5 GHz;
- b) que les espacements entre fréquences centrales et les bandes de garde aux limites inférieures et supérieures de la bande peuvent être fixés en s'abstenant d'occuper un nombre adéquat d'emplacements de canaux radioélectriques en une structure de base homogène;
- c) que la valeur de l'espacement uniforme de la structure de base doit être judicieusement choisie de manière à préserver une efficacité spectrale adéquate;
- d) qu'une seule fréquence de référence doit définir les fréquences absolues de la structure de base;
- e) que les systèmes hertziens fixes numériques à une seule porteuse et à plusieurs porteuses (multiporteuses) sont, les uns et les autres, des moyens utiles pour l'obtention du meilleur compromis technique et économique en matière de conception des systèmes,

*recommande*

**1** que la disposition préférée des canaux radioélectriques, pour les systèmes hertziens fixes numériques de grande capacité ayant des débits binaires d'au moins 90 Mbit/s, qui transmettent des signaux de la hiérarchie numérique plésiochrone ou synchrone (Note 1) et fonctionnent dans la bande des 5 GHz, soit établie à partir d'une structure homogène présentant les caractéristiques suivantes:

fréquences centrales  $f_p$  des canaux radioélectriques dans la structure de base:

$$f_p = 5\,000 - 10 p \quad \text{MHz}$$

avec  $p$ , entier = 1, 2, 3 ... (Note 2);

**2** que tous les canaux aller soient situés dans une moitié de la bande et tous les canaux retour dans l'autre moitié;

**3** que l'espacement des canaux  $XS$ , l'intervalle central  $YS$ , les espacements de garde  $Z_1S$  et  $Z_2S$  aux bords inférieur et supérieur de la bande et la polarisation de l'antenne soient fixés d'un commun accord entre les administrations concernées;

**4** que le plan de disposition alternée ou dans le même canal soit utilisé, conformément aux exemples présentés à la Fig. 1;

**5** que les dispositions de canaux radioélectriques établies d'après le § 1 du *recommande* pour la bande des 5 GHz et indiquées aux Annexes 1 et 2 soient considérées comme faisant partie intégrante de la présente Recommandation;

**6** que, dans le cas d'une transmission multiporteuses (Note 3 et Annexe 1, § 3), l'ensemble des  $n$  porteuses soit considéré comme un seul canal; la fréquence centrale et l'espacement entre canaux sont alors définis conformément à la Fig. 1, quelle que soit la fréquence centrale réelle des porteuses, qui peut varier pour des raisons techniques, en fonction de leur réalisation pratique.

NOTE 1 – Les débits binaires bruts réels, bits supplémentaires compris, peuvent dépasser de 5% ou davantage les débits de transmission nets.

NOTE 2 – Il convient de prendre dûment en considération le fait, que dans certains pays où l'utilisation de canaux radioélectriques supplémentaires entrelacés avec ceux des structures de base s'avère indispensable, les fréquences centrales des canaux radioélectriques en question devraient être données par la formule (voir les Annexes 1 et 2):

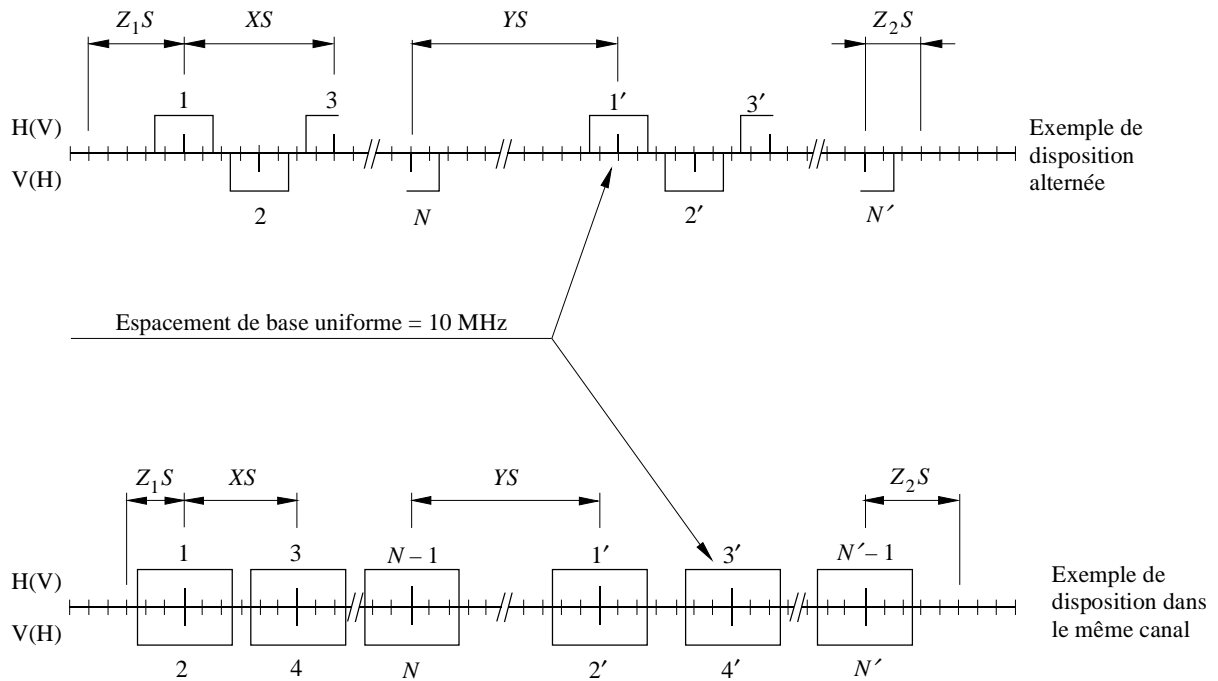
$$f_p = 4\,995 - 10 p \quad \text{MHz}$$

NOTE 3 – Un système multiporteuses est un système dans lequel  $n$  signaux de porteuses à modulation numérique ( $n > 1$ ) sont émis (ou reçus) simultanément par le même équipement radiofréquences. La fréquence centrale doit être considérée comme la moyenne arithmétique des  $n$  fréquences porteuses du système multiporteuses.

NOTE 4 – Il faut tenir compte du fait que certains pays utilisent une disposition des canaux radioélectriques différente, fondée sur un espacement entre canaux de 28 MHz (voir l'Annexe 3).

FIGURE 1

Exemples de dispositions de canaux fondées sur les § 1 et 2 du *recommande*  
 (Les définitions de X, Y, Z et S figurent dans la Recommandation UIT-R F.746)



1099-01

## Annexe 1

### Disposition des canaux radioélectriques pour la bande 4400-5000 MHz avec des espacements entre canaux de 40, 60 ou 80 MHz

#### 1 Disposition des canaux radioélectriques avec un espacement de 40 MHz

**1.1** La disposition suivante des canaux radioélectriques offre sept canaux aller et sept canaux retour dont la capacité de transmission peut atteindre  $2 \times 155$  Mbit/s pour des systèmes radioélectriques avec une modulation de niveau supérieur appropriée et un rendement spectral pouvant aller jusqu'à 7,75 bit/s/Hz. La disposition des canaux radioélectriques devrait être telle que représentée sur la Fig. 2 et devrait se calculer comme suit:

- soit  $f_0$  la fréquence (MHz) au centre de la bande occupée,  $f_0 = 4700$ ,  
 $f_n$  la fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la moitié inférieure de la bande (MHz),  
 $f'_{,n}$  la fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la moitié supérieure de la bande (MHz),

les fréquences des différents canaux sont exprimées par les relations suivantes:

$$\text{moitié inférieure de la bande: } f_n = f_0 - 310 + 40 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{moitié supérieure de la bande: } f'_n = f_0 - 10 + 40 n \quad \text{MHz}$$

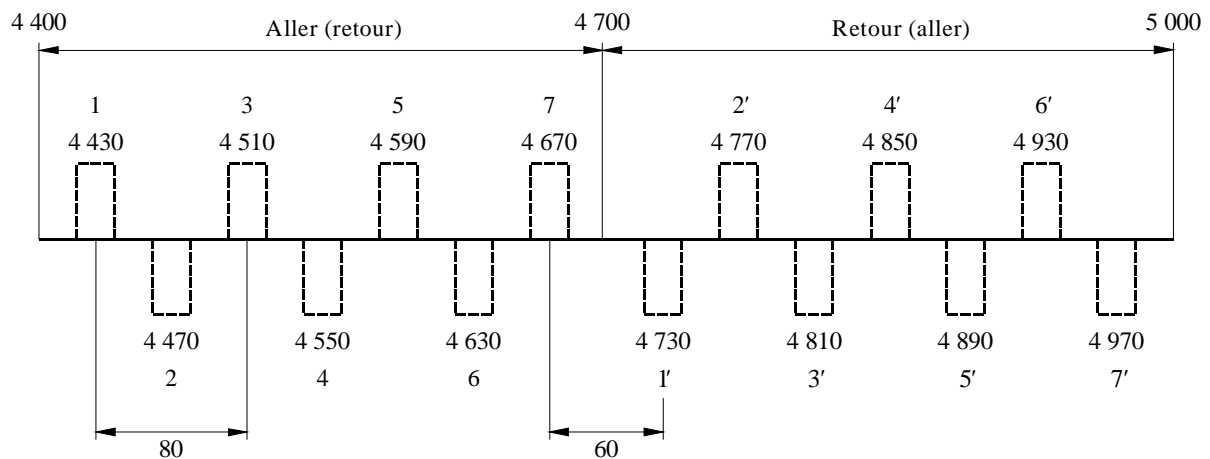
où:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \text{ ou } 7.$$

FIGURE 2

**Disposition des canaux radioélectriques pour les faisceaux hertziens fonctionnant dans la bande des 5 GHz (voir la Note 1)**

(Fréquences en MHz)



*Note 1* – Lorsqu'un plus petit nombre de canaux radioélectriques (quatre ou moins) est initialement prévu ou requis, les paires de canaux aller et retour assignés peuvent employer la même polarisation. Dans ce cas, on utilise uniquement les canaux pairs ou les canaux impairs.

1099-02

**1.2** Tous les canaux aller devraient être situés dans une moitié de la bande et tous les canaux retour dans l'autre moitié.

**1.3** Dans une structure alternée, il convient d'utiliser des polarisations différentes pour les canaux radioélectriques situés dans la même moitié de bande ou, si cela est possible, on peut recourir à la réutilisation des bandes en mode cocanal.

## 2 Dispositions des canaux radioélectriques avec un espacement de 60 MHz

Ce paragraphe donne des exemples de dispositions des canaux radioélectriques établies d'après le § 1 du *recommande* et la Note 2 du corps de la présente Recommandation. Les systèmes caractérisés par les paramètres indiqués au Tableau 1 permettent d'obtenir un rendement spectral élevé, de l'ordre de 5 bit/s/Hz ou de 10 bit/s/Hz, suivant qu'ils utilisent une modulation MAQ-16 ou MAQ-256.

Les systèmes qui correspondent aux exemples 2a, 2b et 3 sont conçus pour transmettre des signaux de la hiérarchie numérique synchrone, avec une méthode de transmission à porteuses multiples. Dans le cas des systèmes à porteuses multiples, la mention «nombre de canaux» désigne le nombre d'émetteurs (ou de récepteurs), à raison de trois ou six porteuses chacun, par bande de 60 MHz. Par ailleurs, XS, YS et ZS sont indiqués pour la fréquence centrale de l'émetteur (ou du récepteur) (voir les Fig. 4 et 5).

TABLEAU 1

	Exemple 1	Exemple 2a	Exemple 2b	Exemple 3 <sup>(1)</sup>
Capacité du système	(Synchrone) STM-1	(Synchrone) STM-1 <sup>(2)</sup> 2 × STM-1 <sup>(2)</sup>		(Synchrone) 2 × STM-1 <sup>(2)</sup>
Modulation	MAQ-16	MAQ-16	MAQ-256	MAQ-256
Entrelacement ou cocanal	Cocanal	Cocanal		Cocanal
Méthode de transmission	1 porteuse par canal	3 porteuses par canal		6 porteuses par canal
Fréquence centrale des porteuses, $f_n$ (MHz)	$f_n = 5\,000 - 10\,m$  $m = 4, 10, 16, 22$ (supérieure)  $m = 38, 44, 50, 56$ (inférieure)	$f_n = 5\,000 - 10\,m$  $m = 2, 4, 6... 28$ (supérieure)  $m = 32, 34, 36... 58$ (inférieure)		$f_n = 4\,995 - 10\,m$  $m = 1, 2, 3... 27, 28$ (supérieure)  $m = 31, 32... 57, 58$ (inférieure)
Nombre de canaux	8	10 <sup>(2)</sup>		10 <sup>(2)</sup>

- (1) L'exemple 3 est applicable à certains bonds exposés à des conditions de propagation très défavorables.
- (2) La capacité des canaux radioélectriques les plus proches du milieu de la bande est limitée aux 2/3 de la capacité totale.

FIGURE 3  
Disposition des canaux radioélectriques dans la bande des 5 GHz  
pour une transmission à 1 porteuse  
(Fréquences en MHz)

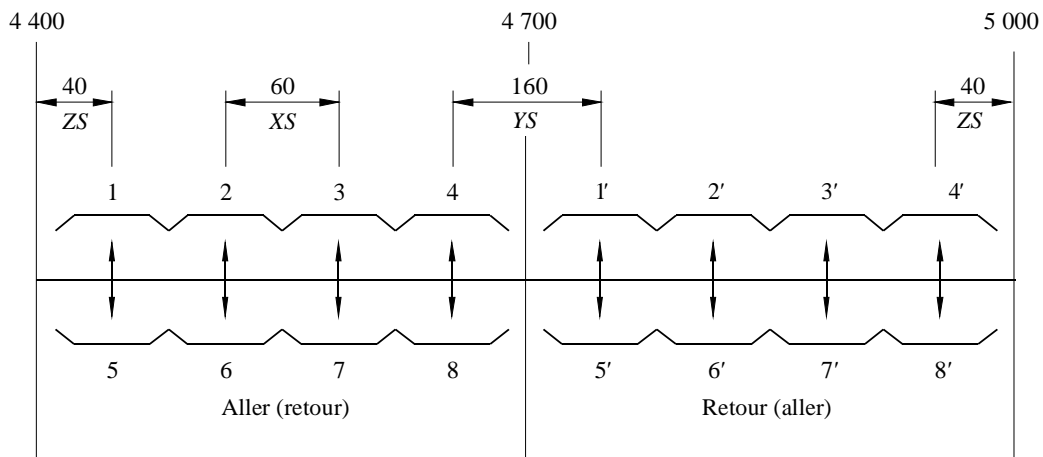
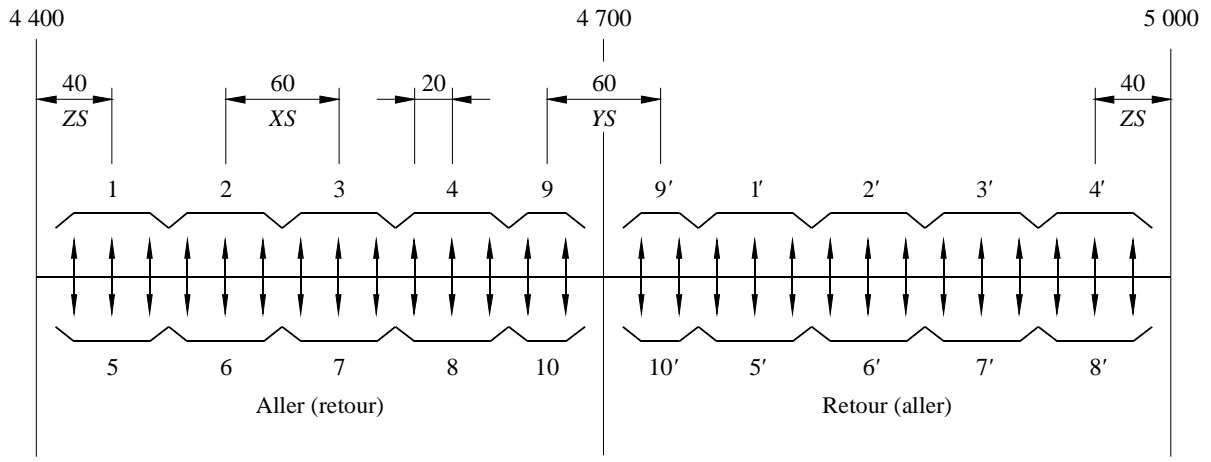
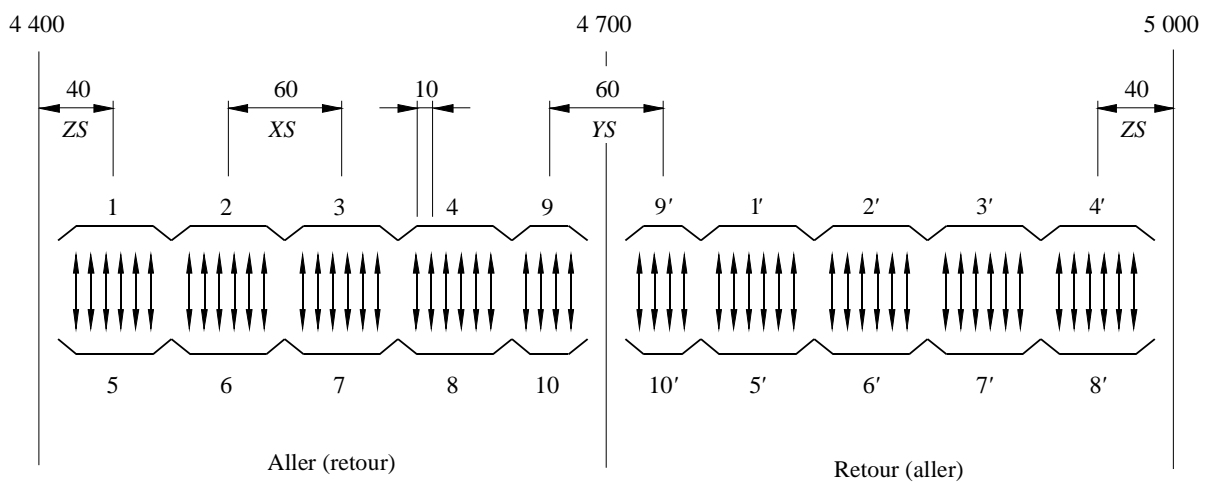


FIGURE 4  
**Disposition des canaux radioélectriques dans la bande des 5 GHz  
 pour une transmission à 3 porteuses**  
 (Fréquences en MHz)



1099-04

FIGURE 5  
**Disposition des canaux radioélectriques dans la bande des 5 GHz  
 pour une transmission à 6 porteuses**  
 (Fréquences en MHz)



1099-05

### 3 Disposition des canaux radioélectriques à double polarisation cocanal avec espacement de 80 MHz

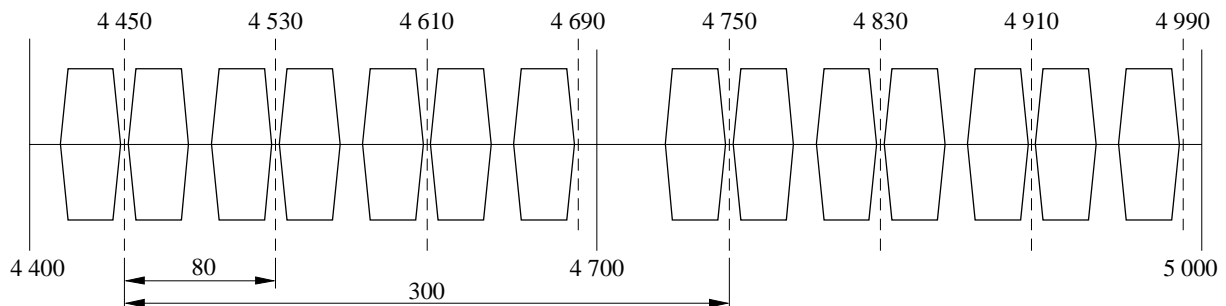
La disposition représentée dans la Fig. 6 est fondée sur l'utilisation d'un système à deux porteuses transmettant à  $2 \times 2 \times 155,52$  Mbit/s ( $4 \times$  STM-1) à l'aide de deux couples de porteuses auxquelles sont appliquées les deux polarisations en mode cocanal.

En plus des quadruplets de porteuses transmis dans les sous-bandes aller et retour, on peut utiliser, si nécessaire, deux porteuses individuelles à polarisations croisées comme canaux de protection. Etant donné la possibilité de commuter individuellement chaque porteuse (train binaire en bande de base), cette configuration ( $n + 2$ ) est au moins aussi efficace qu'une configuration ( $n/2 + 1$ ) lorsqu'elle est utilisée pour la diversité en fréquence.

FIGURE 6

**Disposition des canaux radioélectriques pour un faisceau hertzien à  $2 \times 2 \times 155,52$  Mbit/s ( $4 \times$  STM-1) fonctionnant dans la bande des 5 GHz (4 400-5 000 MHz)**

(Fréquences en MHz)



1099-06

## Annexe 2

### Disposition des canaux radioélectriques pour la bande 4540-4900 MHz avec des espacements entre canaux de 20 ou 40 MHz

La présente Annexe décrit une disposition des canaux radioélectriques pour des faisceaux hertziens numériques fonctionnant dans la bande 4540-4900 MHz. Cette disposition permet jusqu'à quatre canaux aller et quatre canaux retour, à raison chacun de  $4 \times 45$  Mbit/s,  $6 \times 45$  Mbit/s ou d'un débit binaire de  $2 \times 155$  Mbit/s basé sur la hiérarchie numérique synchrone. Un système de modulation MAQ-512 permet à ces systèmes de fonctionner au débit du STM-1 ou du  $2 \times$  STM-1. Une autre disposition de canaux radioélectriques permet jusqu'à huit canaux aller et huit canaux retour, à raison chacun de  $2 \times 45$  Mbit/s,  $3 \times 45$  Mbit/s ou d'un débit binaire de 155 Mbit/s basé sur la hiérarchie numérique synchrone.

**1** La disposition des canaux radioélectriques est représentée sur la Fig. 7 et se calcule comme suit:

soit  $f_0$  la fréquence au centre de la bande occupée:

$$f_0 = 4720 \text{ MHz},$$

$f_n$  la fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la moitié inférieure de la bande (MHz),

$f'_{,n}$  la fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la moitié supérieure de la bande (MHz),

les fréquences des différents canaux sont exprimées par les relations suivantes:

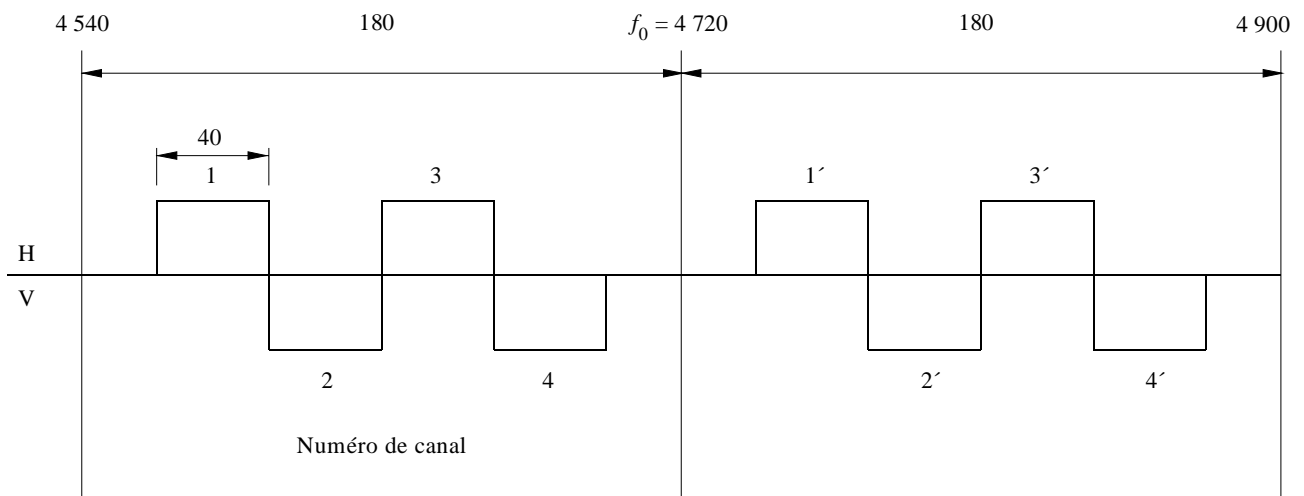
$$\text{moitié inférieure de la bande: } f_n = f_0 - 195 + 40 n p \quad \text{MHz}$$

$$\text{moitié supérieure de la bande: } f'_{,n} = f_0 - 5 + 40 n p \quad \text{MHz}$$

où:

$$n = 1, 2, 3 \text{ ou } 4.$$

FIGURE 7  
Disposition des canaux radioélectriques dans la bande des 5 GHz  
(Fréquences en MHz)



1099-07

**2** Une autre disposition est représentée sur la Fig. 8, les fréquences assignées étant exprimées comme suit:

les fréquences centrales des différents canaux sont exprimées par les relations suivantes:

$$\text{moitié inférieure de la bande: } f_n = f_0 - 185 + 20 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{moitié supérieure de la bande: } f'_{,n} = f_0 + 5 + 20 n \quad \text{MHz}$$

où:

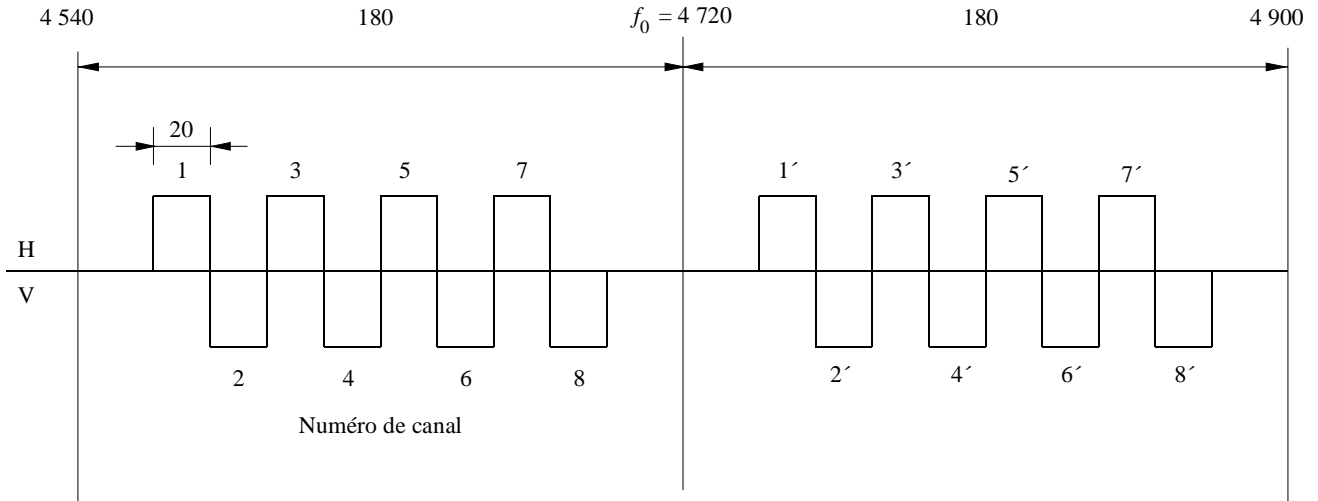
$$f_0 = 4720 \text{ MHz}$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \text{ ou } 8.$$



3 Tous les canaux aller doivent être situés dans une moitié de la bande et tous les canaux retour dans l'autre moitié.

FIGURE 8  
Autre disposition possible des canaux radioélectriques dans la bande des 5 GHz  
(Fréquences en MHz)



1099-08

### Annexe 3

#### Disposition des canaux radioélectriques dans la bande 4 400-5 000 MHz avec un espacement entre canaux de 28 MHz

La présente Annexe décrit une disposition des canaux radioélectriques pour des systèmes numériques fonctionnant dans la bande 4 400-5 000 MHz. Cette disposition permet jusqu'à dix canaux aller et dix canaux retour, à raison chacun de  $4 \times 34$  Mbit/s ou  $1 \times 139,368$  Mbit/s ou de débits binaires basés sur la hiérarchie numérique synchrone.

Un système de modulation MAQ-64 ou un système plus complexe permet aux systèmes de fonctionner à ces débits.

1 La disposition des canaux radioélectriques est représentée sur la Fig. 9 et se calcule comme suit:

soit  $f_0$  la fréquence au centre de la bande:

$$f_0 = 4\,700 \text{ MHz},$$

$f_n$  la fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la moitié inférieure de la bande (MHz),

$f'_n$  la fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la moitié supérieure de la bande (MHz),

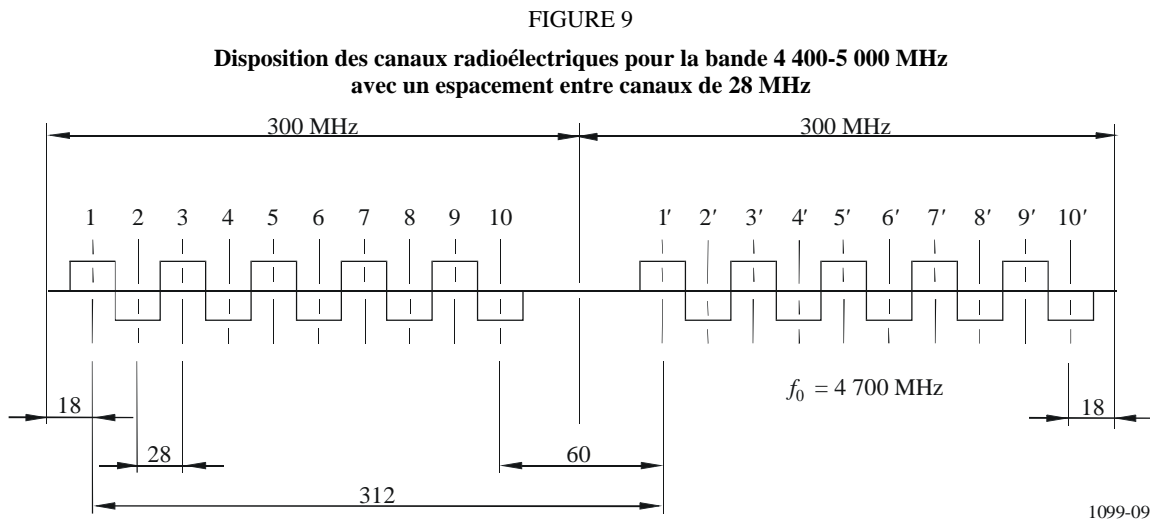
les fréquences centrales des différents canaux sont exprimées par les relations suivantes:

$$\text{moitié inférieure de la bande: } f_n = f_0 - 310 + 28 n$$

$$\text{moitié supérieure de la bande: } f'_n = f_0 + 2 + 28 n$$

où:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.$$



**2** Tous les canaux aller devraient être situés dans une moitié de la bande et tous les canaux retour dans l'autre moitié de la bande.

**3** Cette disposition des canaux radioélectriques permet aussi la transmission de signaux STM-1 à 155 520 kbit/s de la hiérarchie numérique synchrone, à l'aide d'une méthode de modulation appropriée.

**4** Lorsque les caractéristiques de l'équipement et du réseau le permettent, on peut avoir recours à la réutilisation des fréquences dans le même canal présentée dans la disposition, avec l'accord des administrations concernées, pour améliorer l'efficacité spectrale.

**5** Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser des liaisons de très grande capacité (par exemple deux fois le module 1 du mode de transfert synchrone (STM-1)) et que la coordination du réseau le permet, il est possible, avec l'accord des administrations concernées, d'utiliser deux canaux adjacents quelconques de 28 MHz spécifiés au point 1 du *recommande*, pour des systèmes ayant une plus grande largeur de bande, la fréquence centrale se trouvant à égale distance entre les deux canaux adjacents de 28 MHz.