

RECOMMANDATION UIT-R F.1099-3

**DISPOSITIONS DES CANAUX RADIOÉLECTRIQUES POUR
LES FAISCEAUX HERTZIENS NUMÉRIQUES DE GRANDE CAPACITÉ
FONCTIONNANT DANS LA BANDE DES 5 GHz (4 400-5 000 MHz)**

(Question UIT-R 136/9)

(1994-1995-1997-1999)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que des faisceaux hertziens numériques de grande capacité, (de l'ordre de 90 Mbit/s au moins) 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 faisceaux hertziens 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 faisceaux hertziens numériques de grande capacité (de l'ordre de 90 Mbit/s au moins), 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 X_S , l'intervalle central Y_S , 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 tirées du § 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.

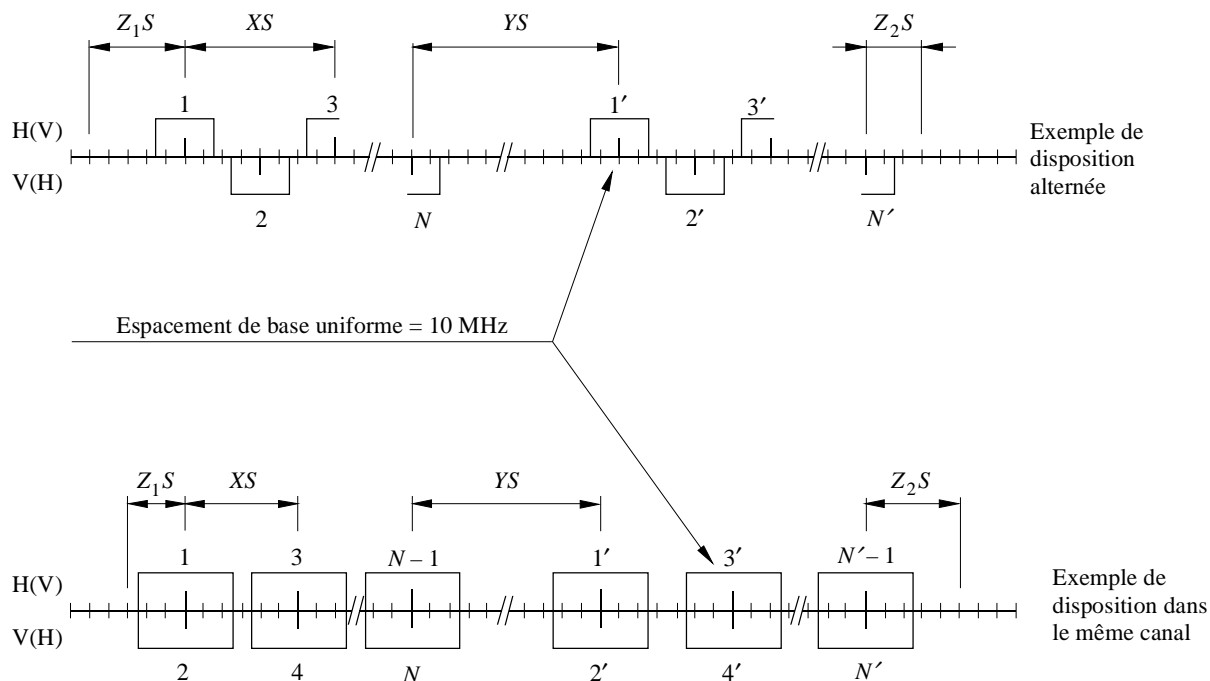
NOTE 2 – Il convient de prendre dûment en considération le fait, que dans certains pays où l'utilisation de canaux radioélectriques supplémentaires entrelacés avec ceux des structures de base s'avère indispensable, les fréquences centrales des canaux radioélectriques en question devraient être données 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.

FIGURE 1

Exemples de dispositions de canaux fondées sur les § 1 et 2 du recommandé
(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 4 400-5 000 MHz avec des espacements entre canaux de 40 ou 60 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 2×155 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, $f_0 = 4\,700$,

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:

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

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

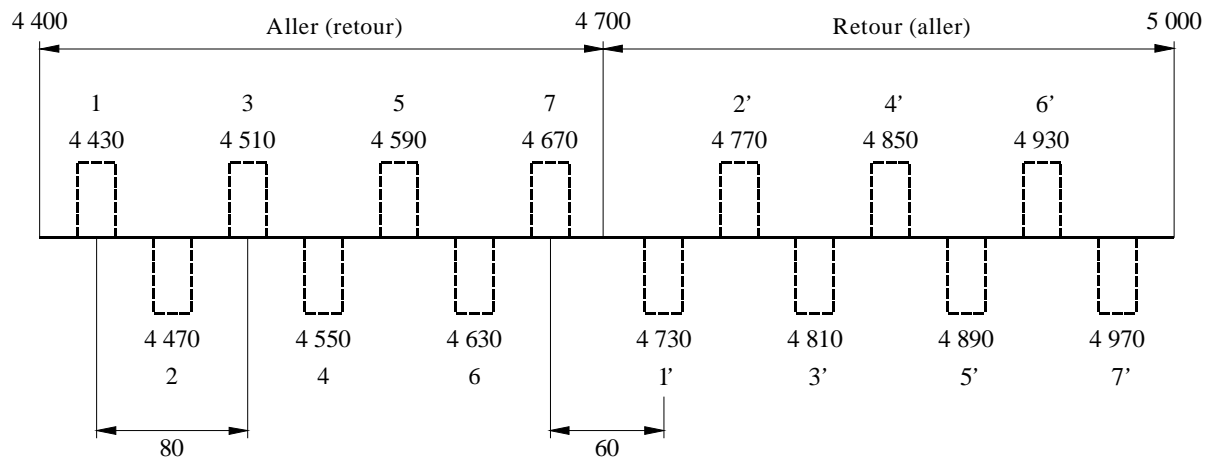
où:

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

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.

TABLEAU 1

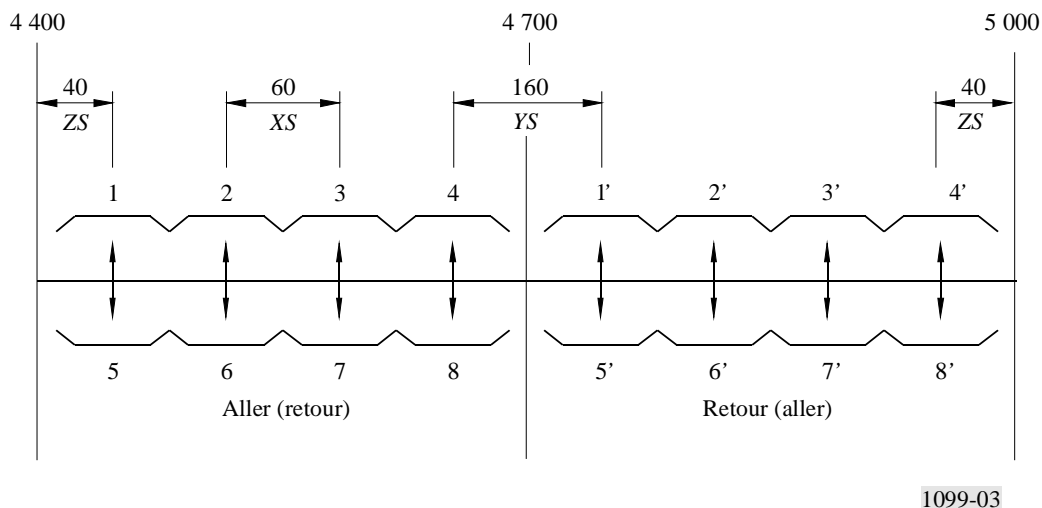
	Exemple 1	Exemple 2a	Exemple 2b	Exemple 3 ⁽¹⁾
Capacité du système	(Synchrone) STM-1	(Synchrone) STM-1 ⁽²⁾ 2 × STM-1 ⁽²⁾		(Synchrone) 2 × STM-1 ⁽²⁾
Modulation	MAQ-16	MAQ-16	MAQ-256	MAQ-256
Entrelacement ou cocanal	Cocanal	Cocanal		Cocanal
Méthode de transmission	1 porteuse par canal	3 porteuses par canal		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 ⁽²⁾		10 ⁽²⁾

(1) L'exemple 3 est applicable à certains bords 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.

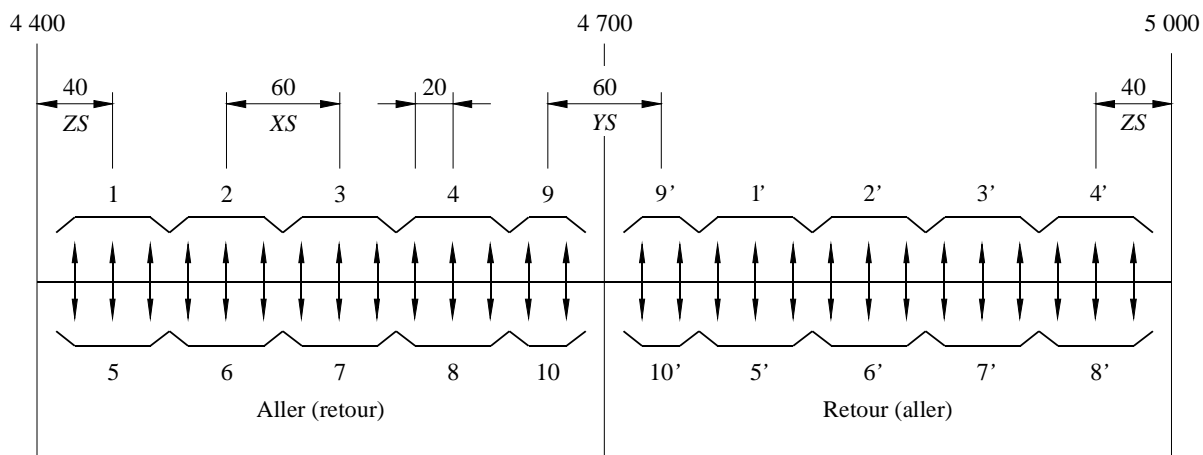
Les systèmes qui correspondent aux exemples 2a, 2b et 3 sont conçus pour transmettre des signaux de la hiérarchie numérique synchrone, avec une méthode de transmission à porteuses multiples. Dans le cas des systèmes à porteuses multiples, la mention «nombre de canaux» désigne le nombre d'émetteurs (ou 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).

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



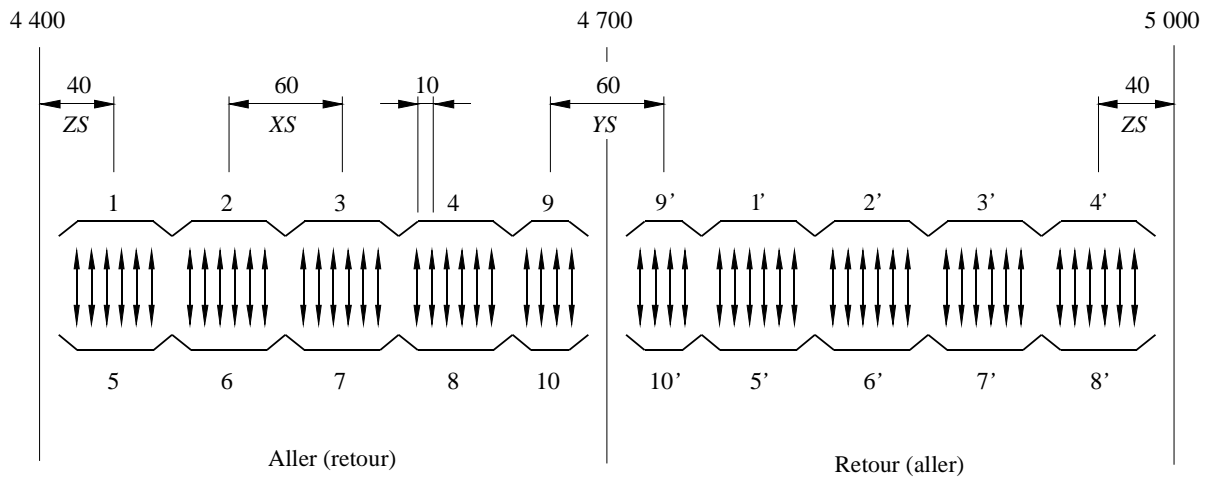
1099-03

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)



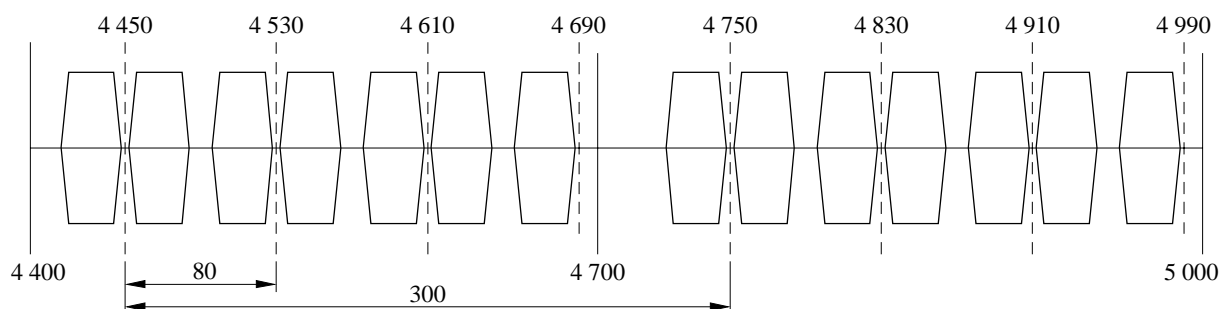
1099-05

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

La disposition représentée dans la Fig. 6 est basée 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

Disposition des canaux radioélectriques pour la bande 4 540-4 900 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 4 540-4 900 MHz. Cette disposition permet jusqu'à quatre canaux aller et quatre canaux retour, à raison chacun de 4×45 Mbit/s, 6×45 Mbit/s ou d'un débit binaire de 2×155 Mbit/s basé sur la hiérarchie numérique synchrone. Un système de modulation MAQ-512 autorise un fonctionnement 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 2×45 Mbit/s, 3×45 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:

$$f_0 = 4\,720 \text{ MHz,}$$

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:

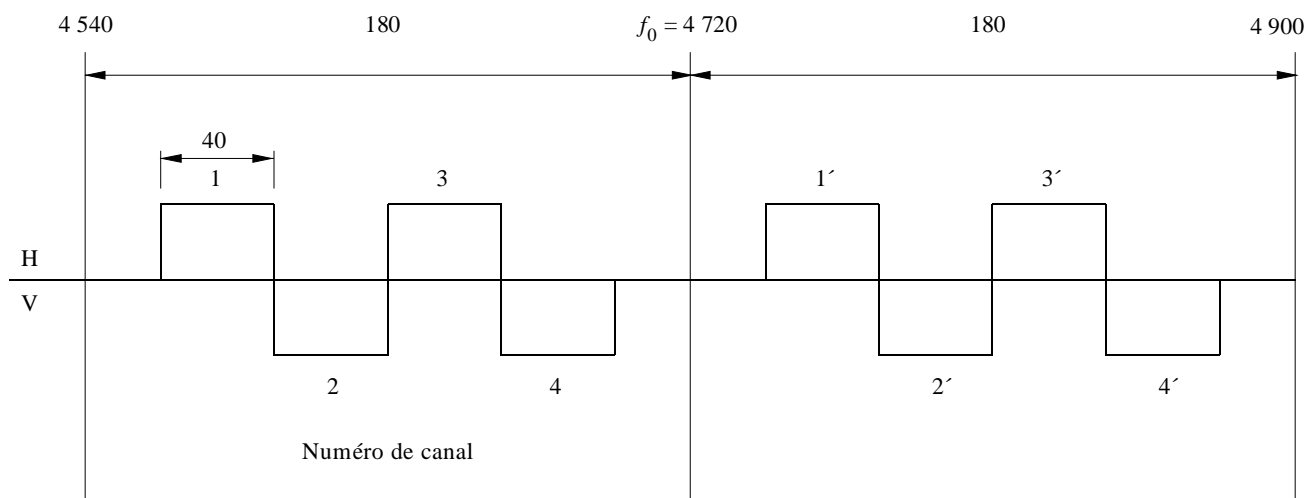
$$\text{moitié inférieure de la bande: } f_n = f_0 - 195 + 40 n p \quad \text{MHz}$$

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

où:

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

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



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:

moitié inférieure de la bande: $f_n = f_0 - 185 + 20 n$ MHz

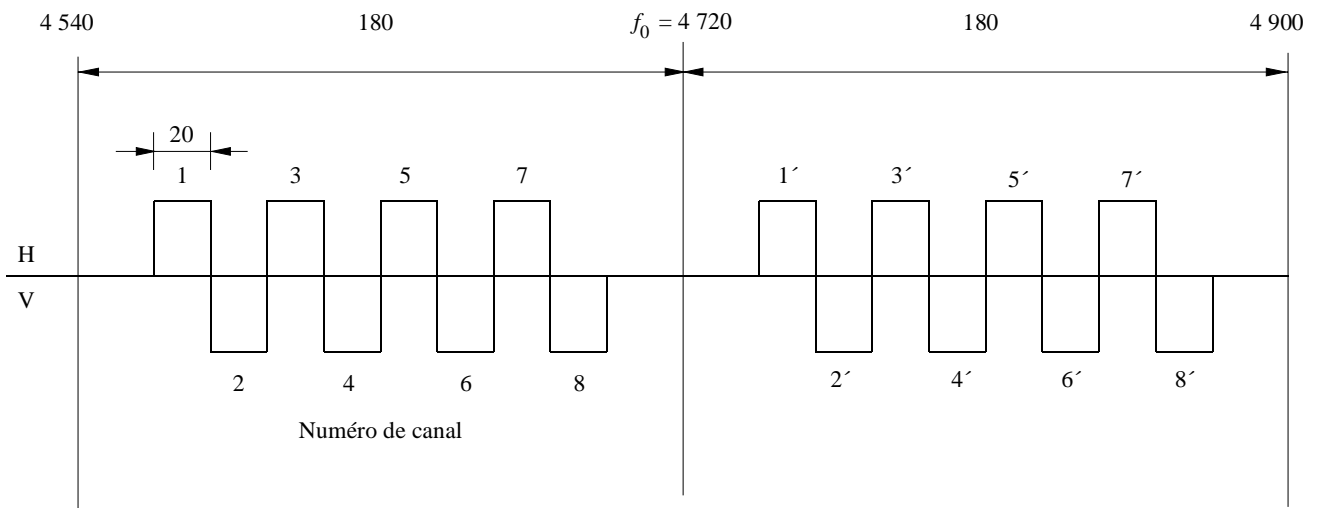
moitié supérieure de la bande: $f'_n = f_0 + 5 + 20 n$ MHz

où:

$f_0 = 4\,720$ MHz

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

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



1099-08

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