

RECOMMANDATION UIT-R F.635-5

**DISPOSITION DES CANAUX RADIOÉLECTRIQUES FONDÉE SUR
UN PLAN HOMOGENÈME POUR LES FAISCEAUX HERTZIENS
FONCTIONNANT DANS LA BANDE DES 4 GHz**

(Question UIT-R 136/9)

(1986-1990-1992-1995-1997-1999)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que des faisceaux hertziens numériques de grande capacité de l'ordre de 90 Mbit/s, 140 Mbit/s ou fonctionnant aux débits binaires de la hiérarchie numérique synchrone, sont nécessaires dans la bande des 4 GHz;
- b) que les limites inférieures de la bande des 4 GHz ne sont pas uniformes et varient d'un pays à un autre de 3 400 à 3 800 MHz;
- c) que l'utilisation efficace de bandes de largeurs différentes ne peut être obtenue que par des dispositions de canaux radioélectriques adaptées à la largeur de bande disponible;
- d) qu'un degré élevé de compatibilité entre canaux radioélectriques de dispositions différentes peut être atteint en choisissant toutes les fréquences centrales dans une structure de base uniforme;
- e) que les espacements au centre des dispositions de canaux et les bandes de garde aux limites de la bande peuvent être choisis en renonçant à utiliser un nombre convenable de canaux radioélectriques de la structure de base homogène;
- f) que l'espacement uniforme dans la structure de base ne devrait pas être abusivement petit (c'est-à-dire que le nombre de canaux radioélectriques ne devrait pas être trop élevé) ni trop grand au point de compromettre l'utilisation efficace du spectre disponible;
- g) que les fréquences nominales de la structure de base devraient être définies par une fréquence de référence unique;
- h) 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 de grande capacité de l'ordre de 90 Mbit/s, 140 Mbit/s, ou fonctionnant aux débits binaires de la hiérarchie numérique synchrone (Note 1) et utilisant la bande des 4 GHz, soit choisie dans une structure ayant les caractéristiques suivantes:

fréquences centrales f_n des canaux radioélectriques dans le plan fondamental

$$f_n = 4\,200 - 10\,m \quad \text{MHz} \quad (1)$$

où:

m : nombre entier dépendant de la bande de fréquences disponible: 1, 2, 3, . . . (Note 2);

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

3 que l'espacement entre les fréquences X_S , l'espacement central Y_S , les espacements de garde Z_1S et Z_2S aux limites de la bande et la polarisation des antennes fassent l'objet d'un accord entre les administrations intéressées;

4 que la disposition avec canaux alternés ou en cofréquence, dont on trouve des exemples à la Fig. 1, soit utilisée (voir aussi la Note 3);

5 que, dans le cas d'une transmission multiporteuses (Note 4 et Annexe 1, § 5), 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 de transmission bruts effectifs, compte tenu des bits supplémentaires, peuvent être supérieurs de 5% ou plus aux débits binaires nets.

NOTE 2 – Il convient de tenir dûment compte du fait que, dans certains pays, il est nécessaire d'utiliser des canaux radioélectriques additionnels alternés avec ceux du plan principal: en ce cas, les valeurs des fréquences centrales de ces canaux devraient être inférieures de 5 MHz à celles des fréquences centrales des canaux principaux correspondants, comme l'indique la formule suivante:

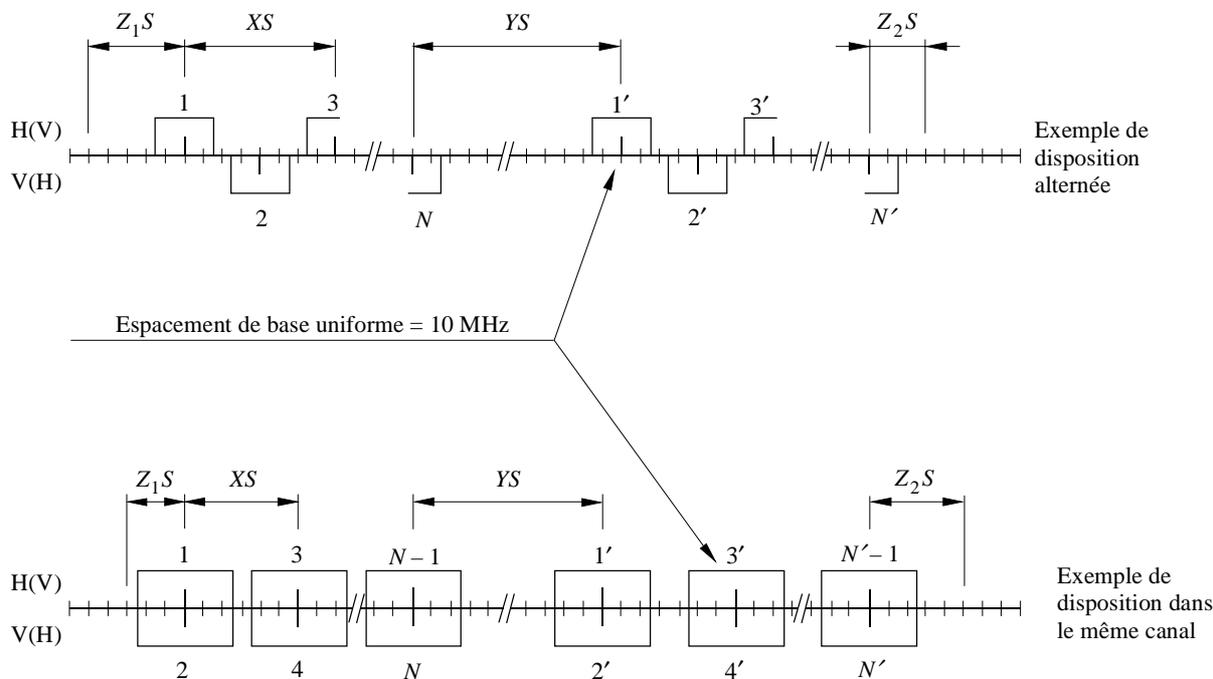
$$f_n = 4\,195 - 10m \quad \text{MHz}$$

NOTE 3 – Il convient de tenir dûment compte du fait que dans certains pays la bande 3 700-4 200 MHz est utilisée. Une disposition des canaux radioélectriques, utilisant cette bande et fondée sur le plan homogène est donnée au § 4 de l'Annexe 1.

NOTE 4 – 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 *recommande*
(Les définitions de X, Y, Z et S figurent dans la Recommandation UIT-R F.746)



ANNEXE 1

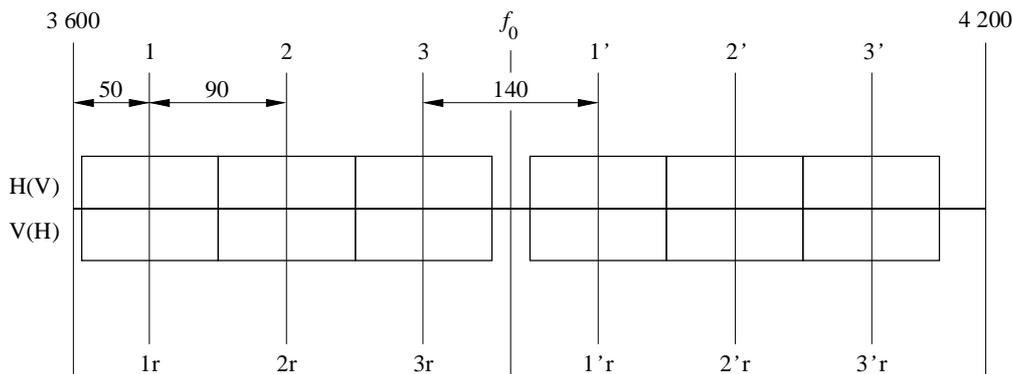
Disposition des fréquences fondée sur un plan homogène pour la bande des 4 GHz

On trouvera ci-après la description de la disposition des canaux radioélectriques basée sur le § 1 du *recommande* pour la bande des 4 GHz.

1 Disposition des canaux radioélectriques cofréquences à espacement de 90 MHz

La disposition des canaux radioélectriques donnée à la Fig. 2 pour la bande de fréquences 3 600-4 200 MHz repose sur l'utilisation de systèmes à 140 Mbit/s utilisant la modulation de phase quadrivalente (MDP-4) à largeur de bande réduite.

FIGURE 2
Disposition des canaux radioélectriques dans la bande des 4 GHz
(Fréquences en MHz)



Rapidité de modulation = 74 MBd
 $X = 1,22$
 $Y = 1,89$
 $Z = 0,68$

0635-02

2 Disposition des canaux radioélectriques avec espacement de 60/80 MHz

Le Tableau 1 décrit les dispositions de canaux radioélectriques pour la bande 3 600-4 200 MHz utilisées pour des systèmes MAQ-16 ou MAQ-256.

La disposition des canaux radioélectriques applicable à la méthode de transmission à trois porteuses est utilisée pour des systèmes MAQ-16 et des systèmes MAQ-256. Les systèmes MAQ-16 transmettent 155 Mbit/s dans une largeur de bande de 60 MHz à l'aide de trois porteuses et permettent d'obtenir une efficacité spectrale de 5 bit/s/Hz en polarisations croisées. Les systèmes MAQ-256 transmettent 2×155 Mbit/s dans une largeur de bande de 60 MHz utilisant trois porteuses et permettent d'obtenir une efficacité spectrale de 10 bit/s/Hz en polarisations croisées.

TABLEAU 1

Dispositions des canaux radioélectriques pour la bande des 4 GHz

Modulation (capacité par canal)	MAQ-16 (STM-1)	MAQ-16 (STM-1) MAQ-256 (2 × STM-1)	MAQ-256 (2 × STM-1) ⁽¹⁾
Bande de fréquences (MHz)	3 600-4 200	3 600-4 200	3 600-4 200
Fréquence centrale de la bande, f_0 (MHz)	3 900	3 900	3 900
Fréquence centrale des porteuses, f_n (MHz)	$f_0 \pm (80 + 60 n)$ $n = 0, 1, 2, 3$	$f_0 \pm 20 n$ $n = 1, 2, \dots 14$	$f_0 \pm (15 + 10 n)$ $n = 0, 1, \dots 27$
Entrelacement ou cocanal	Cocanal	Cocanal	Cocanal
Méthode de transmission	Méthode de transmission à une seule porteuse	Méthode de transmission à 3 porteuses (largeur de bande de 20 MHz par porteuse)	Méthode de transmission à 6 porteuses (largeur de bande de 10 MHz par porteuse)
Nombre de canaux	8	10 ⁽²⁾	10 ⁽²⁾
Largeur des canaux X_S (MHz) X	60 1,54	60 1,54	60 1,54
Espacement-milieu de bande Y_S (MHz) Y	160 4,12	60 1,54	60 1,54
Bande de garde Z_S (MHz) Z	40 1,03	40 1,03	40 1,03

(1) Cette disposition est utilisable pour les bonds exposés à des conditions de propagation très défavorables.

(2) La capacité des canaux radioélectriques les plus proches du milieu de bande est limitée aux 2/3 de la capacité totale.

3 Disposition des fréquences radioélectriques alternées avec espacement de 40 MHz

Dans les pays où la limite inférieure de la bande est de 3 600 MHz, la disposition des fréquences ci-après assure la compatibilité entre des systèmes radioélectriques MAQ-16 à 140 Mbit/s et des systèmes à 155 Mbit/s ou 2 × 155 Mbit/s avec une modulation de niveau supérieur appropriée et une efficacité spectrale de 7,25 bit/s/Hz. Cette disposition, représentée sur la Fig. 3, donne un plan alterné de sept canaux aller et sept canaux retour avec les fréquences centrales définies comme suit:

f_n : fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans le canal aller (retour) de la bande (MHz)

$$f_n = 4\,200 - 10\,m \text{ où } m = 58, 54, 50, 46, 42, 38, 34$$

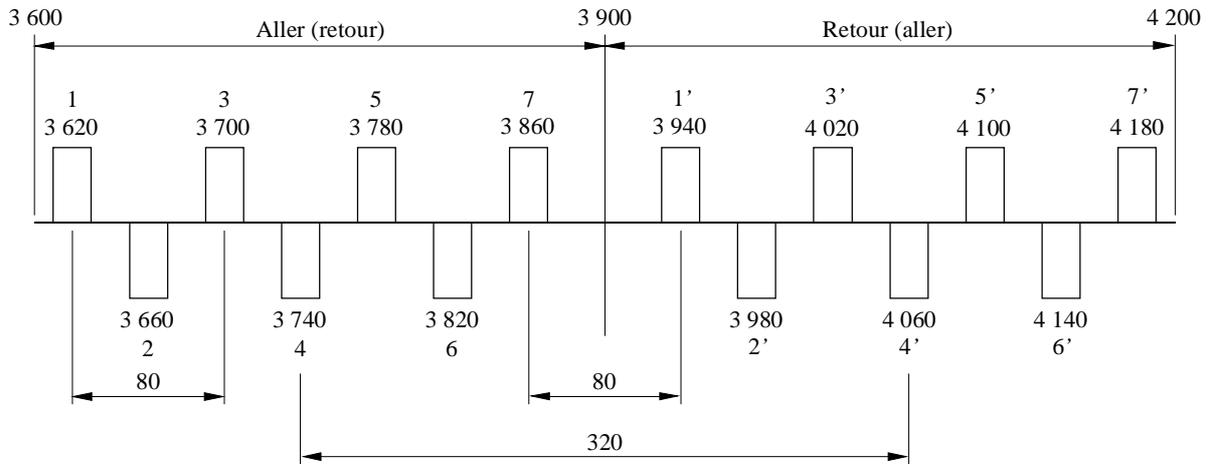
f'_n : fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans le canal retour (aller) de la bande (MHz)

$$f'_n = 4\,200 - 10\,m \text{ où } m = 26, 22, 18, 14, 10, 6, 2.$$

La disposition des canaux radioélectriques applicable à la méthode de transmission à six porteuses est utilisée pour les systèmes MAQ-256. Ces systèmes transmettent 2 × 155 Mbit/s dans une largeur de bande de 60 MHz utilisant six porteuses et sont utilisables pour certains bonds, en présence de conditions de propagation extrêmement défavorables.

Dans ces systèmes à trois ou à six porteuses, une antenne unique peut être partagée par les signaux d'émission et de réception et un dispositif d'annulation du brouillage de transpolarisation est employé.

FIGURE 3
Disposition des canaux radioélectriques dans la bande des 4 GHz
(Fréquences en MHz)



$X_S = 80 \text{ MHz}$
 $Y_S = 80 \text{ MHz}$
 $Z_1 S = 20 \text{ MHz}$
 $Z_2 S = 20 \text{ MHz}$

0635-03

4 Disposition des canaux radioélectriques pour la bande 3,7-4,2 GHz

4.1 La disposition des canaux radioélectriques pour une bande de 500 MHz et pour six canaux aller et six canaux retour au maximum (Groupe 1) avec disposition intercalée de six canaux aller et six canaux retour (Groupe 2) comportant chacun jusqu'à 1 260 voies téléphoniques, ou leur équivalent, ou transmettant chacun jusqu'à $2 \times 45 \text{ Mbit/s}$, est celle qui est indiquée à la Fig. 4 et qui est obtenue comme suit:

- soit f_r la fréquence limite inférieure de la bande de fréquences occupée (MHz),
 f_n la fréquence centrale de l'un des canaux radioélectriques dans la partie aller (retour) de la bande (MHz),
 f'_n la fréquence centrale de l'un des canaux radioélectriques dans la partie retour (aller) de la bande (MHz),

les fréquences de chaque canal s'expriment alors par les relations suivantes:

Groupe 1

canal aller (retour): $f_n = f_r - 50 + 80 n$ MHz

canal retour (aller): $f'_n = f_r - 10 + 80 n$ MHz

où:

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

Groupe 2

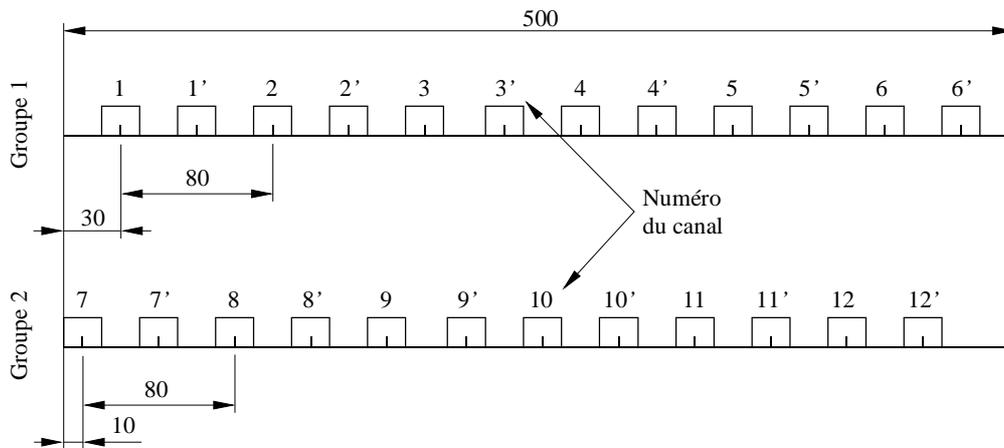
canal aller (retour): $f_n = f_r - 70 + 80 (n - 6)$ MHz

canal retour (aller): $f'_n = f_r - 30 + 80 (n - 6)$ MHz

où:

$n = 7, 8, 9, 10, 11 \text{ et } 12.$

FIGURE 4
Disposition des canaux radioélectriques dans la bande 3,7-4,2 GHz
(Fréquences en MHz)



0635-04

4.2 Sur le tronçon où se fait l'interconnexion internationale, les canaux aller et retour se trouvent dans le même groupe et sont des canaux adjacents de ce groupe.

4.3 Sur un tronçon quelconque, les canaux aller et les canaux retour d'un même groupe utilisent la même polarisation.

4.4 Sur un tronçon quelconque, les canaux de chaque groupe utilisent des polarisations différentes.

4.5 La valeur de f_r est en général 3 700 MHz.

NOTE 1 – Sous réserve d'un accord entre les administrations intéressées, 1 800 voies téléphoniques peuvent être transmises dans chaque canal radioélectrique, moyennant l'emploi soit des fréquences du Groupe 1 soit de celles du Groupe 2.

5 Dispositions des canaux radioélectriques à double polarisation cocanal avec espacement de 80 MHz (mode CCDP – co-channel dual polarized)

Les dispositions représentées dans les Fig. 5a), 5b) et 5c) sont basées 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 CCDP.

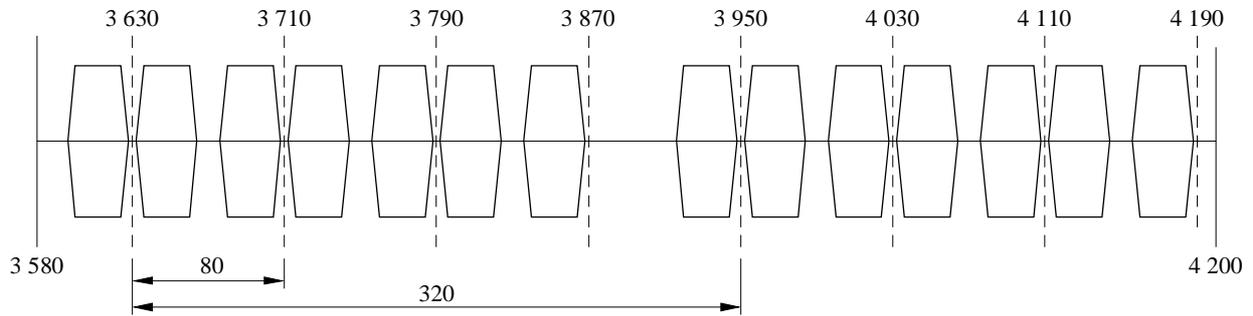
Le plan de répartition des canaux radioélectriques de la Fig. 5a) est optimisé pour la bande de fréquences 3 580-4 200 MHz.

La Fig. 5b) représente une disposition applicable à la totalité de la bande de fréquences 3 400-4 200 MHz.

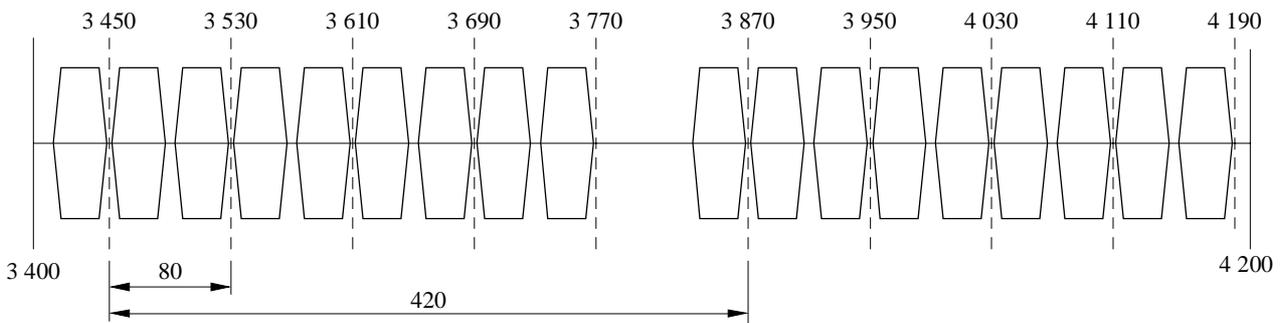
Les dispositions proposées dans les Fig. 5a) et 5b) utilisent le plus grand nombre possible de signaux à 155,52 Mbit/s. En plus des quadruplets de porteuses transmis dans les sous-bandes aller et retour, on utilise, si nécessaire, deux couples de porteuses individuelles à polarisations croisées comme 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.

La Fig. 5c) représente une disposition des canaux pour la bande 3 400-3 800 MHz.

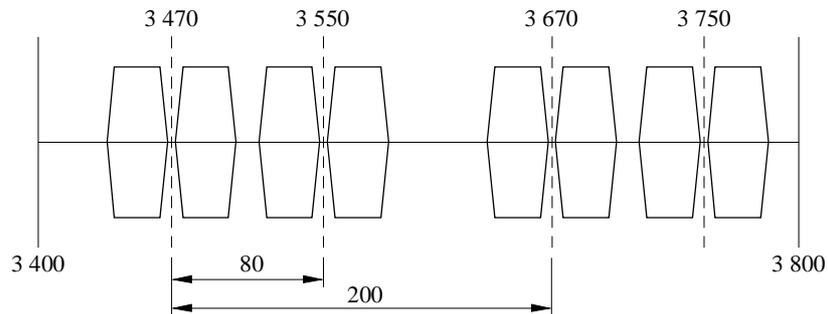
FIGURE 5
(Fréquences en MHz)



a) Disposition des canaux dans la bande 3 580-4 200 MHz avec utilisation d'un système à deux porteuses transmettant à $(12 + 2) \times 155,52$ Mbit/s ($14 \times$ STM-1) en mode CCDP. Disponible en Allemagne



b) Disposition possible des canaux dans la bande 3 400-4 200 MHz avec utilisation d'un système à deux porteuses transmettant à $(16 + 2) \times 155,52$ Mbit/s ($18 \times$ STM-1) en mode CCDP



c) Disposition des canaux dans la bande 3 400-3 800 MHz avec utilisation d'un système à deux porteuses transmettant à $8 \times 155,52$ Mbit/s ($8 \times$ STM-1) en mode CCDP. Utilisé en Suisse

6 Disposition des canaux radioélectriques en mode CCDP avec espacement de 30 MHz

Dans les pays où la limite inférieure est de 3 600 MHz, la disposition des fréquences ci-après offre sur cette bande, une capacité pouvant atteindre $18 \times \text{STM-1}$ systèmes.

Cette disposition, représentée sur la Fig. 6, donne un plan cocanal de 9 canaux aller et 9 canaux retour avec les fréquences centrales définies comme suit:

f_n : fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la partie aller (retour) de la bande (MHz)

$$f_n = 4200 - 10 m \text{ où } m = 58, 55, 52, 49, 46, 43, 40, 37, 34$$

f'_n : fréquence centrale d'un canal radioélectrique dans la partie retour (aller) de la bande (MHz)

$$f'_n = 4200 - 10 m \text{ où } m = 26, 23, 20, 17, 14, 11, 8, 5, 2.$$

FIGURE 6
Disposition des canaux radioélectriques dans la bande des 4 GHz
(Fréquences en MHz)

