



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.241

**SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES
À COURANTS PORTEURS
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES
À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES
À COURANTS PORTEURS**

**ONDES PILOTES DE GROUPE PRIMAIRE,
DE GROUPE SECONDAIRE, ETC.**

Recommandation UIT-T G.241

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation G.241 de l'UIT-T a été publiée dans le fascicule III.2 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1988, 1993

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

Recommandation G.241

ONDES PILOTES DE GROUPE PRIMAIRE, DE GROUPE SECONDAIRE, ETC.

(modifiée à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)

1 Emploi des ondes pilotes

L'expérience a montré qu'en dépit du soin apporté à la maintenance de chacun des systèmes à courants porteurs individuels, on ne peut pas garantir une stabilité satisfaisante pour les voies téléphoniques d'un groupe primaire qui emprunte différents systèmes à courants porteurs, si l'on n'utilise pas une onde pilote de groupe primaire transmise de bout en bout de la liaison en groupe primaire.

En premier lieu, il peut être en effet nécessaire de placer un régulateur automatique, commandé par cette onde pilote, à l'extrémité de certaines des sections de groupe primaire constituant la liaison, de manière à compenser les variations inévitables d'affaiblissement de chacune de ces sections. Bien entendu, ce régulateur n'a pas pour but de remédier automatiquement à des défauts caractérisés des équipements.

Il est souhaitable que ce régulateur présente une plage de régulation d'au moins ± 4 dB. Bien qu'aucun maximum ne soit spécifié pour la plage de régulation, il convient de noter qu'une plage de régulation excessive peut présenter des inconvénients, dus par exemple au bruit ou au masquage des défauts. Une plage maximale d'environ ± 7 dB a été considérée comme satisfaisante par certaines Administrations.

Un signal d'alarme devrait être donné lorsque l'amplitude de l'onde pilote à l'entrée du régulateur s'écarte de sa valeur nominale de plus de ± 4 dB. Les conditions d'emploi de ces régulateurs sont fixées dans la Recommandation M.160 [1].

De plus, à l'extrémité des sections de groupe primaire où un régulateur n'est pas envisagé, il est nécessaire de prévoir la possibilité de mesurer le niveau de l'onde pilote de groupe primaire. Dans ce cas également, une alarme devrait être donnée lorsque le niveau de l'onde pilote s'écarte de ± 4 dB de sa valeur nominale.

Des considérations tout à fait analogues s'appliquent à l'emploi d'ondes pilotes de groupes secondaire, tertiaire et quaternaire et à l'emploi d'ondes pilotes d'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque – Lorsqu'un groupe primaire est transféré d'une section en câble (à paires coaxiales ou à paires symétriques) vers une section de ligne en fils aériens, la propagation sur la ligne en fils aériens de l'onde pilote de groupe primaire, qui est favorable au point de vue de la maintenance de l'ensemble de la communication, peut, dans une certaine mesure, faciliter l'écoute indiscrète des conversations téléphoniques, au moyen de radiorécepteurs de construction spéciale, sur le territoire traversé par la ligne en fils aériens. Toutefois, ce risque d'écoute indiscrète est moins grave que le risque semblable résultant du fait que le courant porteur ne serait pas suffisamment supprimé en ligne, puisque la fréquence de l'onde pilote de groupe primaire est décalée par rapport à la fréquence porteuse virtuelle voisine, de sorte que la qualité de la conversation captée serait forcément altérée.

2 Caractéristiques nominales des ondes pilotes de groupes primaires, secondaire, etc.

Dans le cas où l'on jugera nécessaire de disposer d'ondes pilotes de groupes primaire, secondaire, et., ces ondes devront être transmises en permanence.

La fréquence et le niveau de ces ondes pilotes sont indiqués dans le tableau 1/G.241.

TABLEAU 1/G.241

Fréquences et niveaux des ondes pilotes

Ondes pilotes	Fréquence (kHz)	Niveau absolu de puissance en un point de niveau relatif zéro (dBm0)
Groupe primaire de base	84,080 ^{a)}	-20
	84,140 ^{a)}	-25
	104,080 ^{a), b), c)}	-20
Groupe secondaire de base	411,860 ^{a)}	-25
	411,920 ^{a), c)}	-20
	547,920 ^{a), b)}	-20
Groupe tertiaire de base	1 552	-20
Groupe quaternaire de base	11 096	-20
Assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires	1 552 ^{d)}	-20

a) Les ondes pilotes de groupe primaire 84,080 et 84,140 kHz et les ondes pilotes de groupe secondaire 411,860 et 411,920 kHz sont utilisées lorsque les groupes primaires et secondaires transmettent des voies téléphoniques et, dans certains cas, des signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.). Pour chaque groupe primaire (ou secondaire) les deux ondes pilotes à 84,080 et 84,140 kHz (ou 411,860 et 411,920 kHz) doivent être émises simultanément. Toutefois, par accord entre les Administrations intéressées (y compris les Administrations des pays de transit), l'une seulement de ces deux ondes pilotes pourra être utilisée.

Il apparaît actuellement que la transmission de signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.) peut nécessiter l'emploi des ondes pilotes 104,080 kHz et 547,920 kHz en remplacement de celles qui ont été utilisées auparavant. Ces deux nouvelles ondes pilotes sont aussi utilisables lorsque les groupes primaires et secondaires ne transmettent que des voies téléphoniques. Le choix des ondes pilotes à utiliser se fait par accord entre les Administrations intéressées (y compris les Administrations des pays de transit).

b) Il convient de noter que l'emploi des ondes pilotes à 104,080 et 547,920 kHz peut conduire aux difficultés suivantes:

- 1) L'onde pilote de groupe primaire à 104,080 kHz est incompatible avec les ondes pilotes de ligne qui se trouvent à 4 kHz d'une extrémité d'un groupe primaire et que l'on rencontre dans les systèmes suivants:
 - systèmes sur lignes en fils aériens appliquant le schéma I de la figure 1/G.311;
 - systèmes sur paires symétriques appliquant la variante B de la figure 5/G.322, en particulier le système à transistors décrit dans la Recommandation G.323.
- 2) Lorsque la répartition des fréquences à l'intérieur du groupe secondaire comprend les groupes primaires A à E suivant les figures 2c/G.322 et 3/G.322, une onde pilote de groupe secondaire à 547,92 kHz apparaîtra à la fréquence 103,92 kHz dans le groupe primaire A. Cette fréquence est susceptible de causer des difficultés lorsque le groupe primaire A est utilisé pour la téléphonie. Par exemple, pour éviter les perturbations, il pourrait être nécessaire de fixer de nouvelles restrictions aux acheminements.
- 3) Il y aurait des difficultés à employer ces ondes pilotes sur des groupes primaires utilisant des équipements terminaux à fréquences porteuses espacées de 6 kHz conformes à la Rec. G.234 [2], à moins d'abandonner encore une voie dans certains groupes primaires.

Remarque – Ces difficultés se produisent déjà dans certains cas avec les ondes pilotes recommandées actuellement.

- 4) Le choix de ces fréquences rendrait très difficile l'utilisation de la signalisation à la fréquence porteuse virtuelle d'une voie téléphonique conforme à la Rec. Q.21 [3]. Toutefois, on peut considérer ce point (ainsi que le précédent) comme d'intérêt surtout national.
- c) L'onde pilote de groupe secondaire à 411,920 kHz est utilisable lorsque le groupe secondaire contient des groupes primaires utilisés pour la téléphonie et un ou plusieurs groupes primaires transmettant des signaux à large spectre. Toutefois, il est impossible d'acheminer un groupe primaire muni de l'onde pilote à 104,080 kHz en position de groupe 3 dans un groupe secondaire muni d'une onde pilote à 411,920 kHz.
- d) Cette onde pilote après modulation de l'assemblage de 15 groupes secondaires pour le placer en position n° 3 (voir le 2^e procédé du § 1 de la Rec. G.211), devient une onde de fréquence 11096 kHz, laquelle a la même fréquence que l'onde pilote de groupe quaternaire de base.

3 Tolérances à l'émission des ondes pilotes

Les valeurs suivantes sont recommandées pour la stabilité de fréquence des diverses ondes pilotes considérées:

Ondes pilotes à 84,080 kHz et 411,920 kHz	± 1 Hz
Ondes pilotes à 84,140 kHz et 411,860 kHz	± 3 Hz
Ondes pilotes à 104,080 kHz et 547,920 kHz	± 1 Hz
Onde pilote à 1552 kHz ¹⁾	± 2 Hz
Onde pilote à 11 096 kHz	± 10 Hz

Remarque – Ces tolérances peuvent servir de base à la spécification des filtres récepteurs d'onde pilote et des filtres à élimination de bande correspondants, en tenant compte, par ailleurs, des recommandations concernant la stabilité des maîtres-oscillateurs.

En ce qui concerne le niveau à l'émission, les recommandations suivantes doivent être respectées:

- 1) Les équipements doivent être conçus de façon à permettre de maintenir entre des limites de ± 0,1 dB la somme des erreurs sur le niveau d'émission de n'importe quelle onde pilote de groupe primaire, etc., due à la valeur finie des échelons de réglage du niveau, aux variations du nombre de groupes alimentés et à l'absence éventuelle de possibilités de réglage sur les groupes individuels.
- 2) La variation du niveau de sortie du générateur d'onde pilote en fonction du temps (qui constitue une caractéristique de spécification des équipements) ne doit pas dépasser ± 0,3 dB au cours de la période qui s'écoule entre deux réglages de maintenance, par exemple un mois.
- 3) Afin de limiter effectivement la variation en fonction du temps du niveau de l'onde pilote, il est désirable qu'un dispositif donne une alarme si la variation à la sortie du générateur dépasse ± 0,5 dB, le zéro du dispositif d'alarme ayant été aligné aussi exactement que possible sur le réglage initial du niveau de l'onde pilote émise.

Par ailleurs, l'attention des Administrations est attirée sur l'inconvénient qui pourrait résulter d'une diminution importante du niveau absolu de puissance de l'onde pilote émise; une diminution importante risque en effet de provoquer, par le jeu correspondant des régulateurs de niveau, un amorçage d'oscillations sur les circuits. Il serait souhaitable de prévoir des dispositifs qui permettraient de remédier éventuellement à cet inconvénient.

4 Harmoniques des ondes pilotes

4.1 Il est recommandé que les niveaux des harmoniques des ondes pilotes de groupes primaire et secondaire ne dépassent pas les valeurs indiquées au tableau 2/G.241. Le point où doivent être respectées ces limites est le répartiteur (ou un point équivalent) à la sortie de l'étage de modulation immédiatement supérieur (par exemple, le répartiteur de groupe secondaire dans le cas d'une onde pilote du groupe primaire). Il convient aussi de tenir compte du changement de fréquence.

TABLEAU 2/G.241

Niveau maximal des harmoniques d'ondes pilotes

Onde pilote	Fréquence nominale de l'onde pilote (kHz)	Niveau maximal des harmoniques		
		Harmonique du deuxième ordre (dBm0)	Harmonique du troisième ordre (dBm0)	Chaque harmonique d'ordre plus élevé (dBm0)
Groupe primaire	84,080 ou 84,140	-73	-67	-75
Groupe primaire	104,080	-67 (voir la remarque)	-67	-75
Groupe secondaire	411,920 ou 411,860	-75	-73	-75
Groupe secondaire	547,920	-67	-67	-75

Remarque – Si le système comprend des voies espacées de 3 kHz, on recommande un niveau maximal de -73 dBm0.

1) Cette onde pilote, après modulation de l'assemblage de 15 groupes secondaires pour le placer en position n° 3 (voir le 2^e procédé du § 1 de la Recommandation G.211), devient une onde de fréquence 11 096 kHz, laquelle a la même fréquence que l'onde pilote de groupe quaternaire de base.

4.2 Dans le cas de l'onde pilote (1552 kHz) d'un groupe tertiaire, il est recommandé que le niveau de l'harmonique du deuxième ordre de l'onde pilote ne dépasse pas -50 dBm0 et que le niveau de chaque harmonique d'ordre plus élevé ne dépasse pas -75 dBm0 quand on les mesure à la sortie de l'étage de modulation immédiatement supérieur.

4.3 Dans le cas de l'onde pilote (11 096 kHz) d'un groupe quaternaire, il est recommandé que le niveau d'un harmonique quelconque, mesuré à la sortie de l'étage de modulation immédiatement supérieur, ne dépasse pas -75 dBm0.

4.4 Dans le cas de l'onde pilote (1552 kHz) pour des assemblages de 15 groupes secondaires, il est recommandé que le niveau de l'harmonique du deuxième ordre, mesuré à la sortie de l'équipement de modulation du groupe secondaire, ne dépasse pas -50 dBm0.

Lorsque l'assemblage de 15 groupes secondaires n'est pas combiné avec d'autres assemblages, aucune condition particulière n'est imposée au niveau de l'harmonique du troisième ordre et des harmoniques d'ordre plus élevé.

Lorsque l'assemblage de 15 groupes secondaires est combiné avec d'autres assemblages, le niveau de l'harmonique du troisième ordre et celui des harmoniques d'ordre plus élevé, mesurés à la sortie des assemblages combinés, ne doivent pas dépasser -75 dBm0.

5 Protection des ondes pilotes de groupe primaire, de groupe secondaire, etc., contre des perturbations provoquées par le bruit

Les régulateurs automatiques actionnés par les ondes pilotes de groupes primaire, secondaire, etc., devraient être conçus de telle manière que l'effet perturbateur du bruit ne dépasse pas 0,02 dB pour toute période appréciable. Par exemple, si le régulateur est commandé par la tension moyenne du signal, cette condition correspond à un signal perturbateur ayant un niveau (sur une longue période) inférieur de 20 dB au niveau de l'onde pilote. Si la perturbation est de courte durée par rapport à la constante de temps du régulateur, des perturbations à des niveaux plus élevés peuvent se rencontrer sans provoquer d'erreurs de régulation dépassant 0,02 dB.

5.1 Ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire

Si le filtre de sélection de l'onde pilote a une largeur de bande de 50 Hz (25 Hz de chaque côté de la fréquence nominale de cette onde pilote), l'écart entre les niveaux de l'onde pilote et du bruit est toujours largement supérieur à 20 dB dans le cas des systèmes à courants porteurs sur lignes terrestres. Cet écart est encore atteint même si la puissance non pondérée du bruit sur une voie téléphonique atteint 10^6 pW au point de niveau relatif zéro (niveau de -30 dBm0), ce qui se produit très rarement sur des faisceaux hertziens respectant les conditions de la Recommandation G.441.

Dans le cas de très longues liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire établies sur de tels faisceaux hertziens, l'écart entre les niveaux de l'onde pilote et du bruit ne sera inférieur à 20 dB que pendant une durée inférieure à quelques dix-millièmes d'un mois quelconque. En ce cas, l'erreur de régulation qui en résultera sera négligeable, étant donné que la durée du bruit à un niveau très élevé sera courte par rapport à la constante de temps nécessairement longue du régulateur. De toute manière, des pointes de bruit aussi élevées ne devraient pas se produire avec une fréquence appréciable, en sorte que l'élément principal de réduction des perturbations causées par le bruit à une onde pilote est la largeur de bande effective du filtre passe-bande sélectif.

5.2 Autres ondes pilotes

Des considérations analogues s'appliquent également aux ondes pilotes de groupes tertiaire et quaternaire et aux ondes pilotes d'assemblage de 15 groupes secondaires. Néanmoins, la largeur de bande du filtre de sélection sera alors certainement supérieure à 50 Hz, et il conviendra de se fier davantage à la constante de temps relativement grande du régulateur pour diminuer les effets des bruits de niveau élevé et de courte durée.

Remarque 1 – Les recommandations à respecter concernant la protection ou la suppression des ondes pilotes en certains points figurent dans la Recommandation G.243.

Remarque 2 – Lorsqu'il est fait usage du 1^{er} procédé décrit dans la Recommandation G.211, l'intervalle de fréquence entre l'onde pilote de groupe quaternaire à 11 096 kHz et les fréquences vocales transposées dans les voies adjacentes est de 28 kHz et 60 kHz.

Ce même intervalle est de 4 kHz seulement dans le 2^e procédé de la Recommandation G.211.

Dans ces conditions, un régulateur de groupe quaternaire ne s'accommode pas nécessairement de la transmission d'un assemblage de 15 groupes secondaires sur une liaison en groupe quaternaire.

6 Protection des ondes pilotes de groupe primaire ou de groupe secondaire contre les signaux transmis dans les voies téléphoniques

Cette protection est assurée dans les équipements de modulation de voie et de modulation de groupe primaire, selon les dispositions du § 12 de la Recommandation G.232 et de la Recommandation citée en [4].

7 Protection des ondes pilotes de liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire transmettant des signaux à large spectre

7.1 Pour protéger les ondes pilotes de liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire (utilisées pour établir des circuits à large bande) contre les signaux à large spectre (données, télécopie, etc.), il est recommandé d'imposer aux équipements d'émission de ces signaux une limitation du spectre d'énergie émis autour de la fréquence de l'onde pilote. Cette limitation est calculée de façon que les régulateurs de groupe primaire ou de groupe secondaire placés sur la liaison ne subissent pas de perturbations supérieures à 0,1 dB, et les valeurs à spécifier dépendent donc des caractéristiques des régulateurs (bande passante des filtres d'ondes pilotes, constante de temps de fonctionnement de la régulation).

Pour les signaux à spectre continu, la densité spectrale dans la bande $f_0 \pm 25$ Hz ne doit pas dépasser -70 dBm/Hz.

Pour les composantes discrètes, la limitation à imposer est fixée par la figure 1/G.241 qui tient compte des caractéristiques actuelles des régulateurs actionnés par les ondes pilotes aux fréquences (f_0) de 84,08 ou 104,08 kHz sur les liaisons en groupe primaire et de 411,92 ou 547,92 kHz sur les liaisons en groupe secondaire.

Une telle limitation du spectre à l'émission, obtenue par un choix convenable des caractéristiques de modulation, permet d'éviter l'insertion d'un filtre à élimination de bande de protection de pilote, filtre qui apporterait une distorsion de temps de propagation de groupe nuisible. Si toutefois il n'est pas possible d'imposer par cette méthode une telle limitation au spectre émis, ou si aucune garantie ne peut être obtenue sur le respect de cette limitation, les Administrations qui exploitent les réseaux de transmission devront, pour protéger les régulateurs de groupe contre des perturbations provoquées par les signaux à large spectre, insérer à l'entrée des liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire considérées des filtres à élimination de bande permettant d'obtenir la limitation indiquée par la figure 1/G.241, et dont la distorsion de temps de propagation de groupe sera aussi réduite que possible.

Remarque – Le problème général de protéger les ondes pilotes de groupe primaire ou de groupe secondaire contre des perturbations, lorsqu'on emploie un groupe primaire ou un groupe secondaire pour la transmission de données à large spectre, se pose parce que ces ondes pilotes ne sont pas toujours protégées par un filtre nettoyant la bande requise et placé immédiatement avant le point d'injection de l'onde pilote. Dans l'emploi normal pour la téléphonie, une telle protection peut dépendre de l'existence de filtres placés sur la voie téléphonique ou dans l'équipement de modulation de groupe primaire; toutefois, il peut arriver que ces filtres ne se trouvent pas en circuit quand on établit un circuit à large bande.

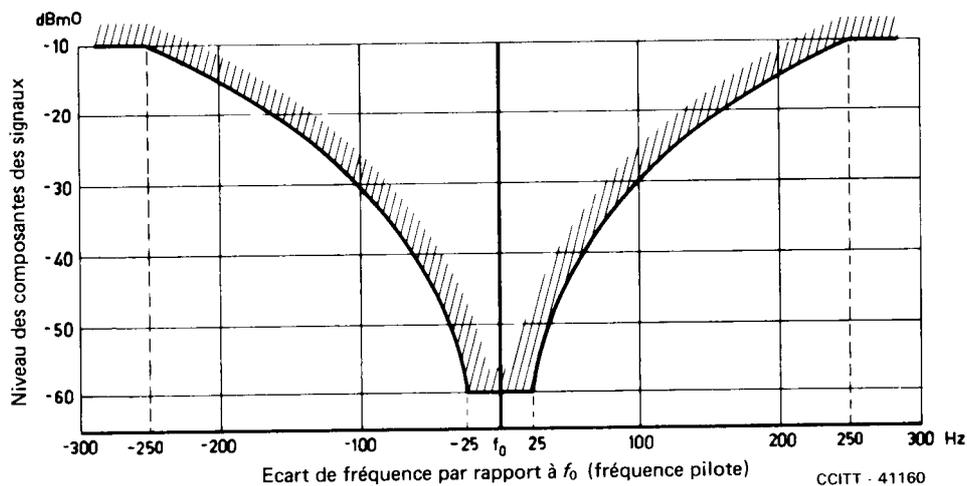


FIGURE 1/G.241

Niveau maximal admissible des composantes discrètes des signaux à large spectre (signaux en groupe primaire et en groupe secondaire) au voisinage des fréquences des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire

Il faut toujours éviter d'employer un groupe primaire qui contient l'onde pilote de groupe secondaire (voir la Recommandation H.14 [5]). Il s'ensuit qu'il n'y a pas à prévoir une disposition particulière pour supprimer le signal à large spectre dans le groupe primaire eu égard à l'onde pilote de groupe secondaire.

7.2 “Transfert différé”

On peut imaginer que certains dispositifs de traitement de données enregistrent le signal à large bande tel qu'il leur parvient du réseau, et réémettent ultérieurement dans le réseau ce signal enregistré sur une liaison en groupe primaire ou en groupe secondaire. Dans cette hypothèse, l'onde pilote se trouvera enregistrée en même temps que le signal, et par conséquent réémise avec lui, venant alors interférer avec l'onde pilote injectée sur la nouvelle liaison. Il conviendra dans ce cas d'équiper le dispositif d'enregistrement ou de réémission du signal d'un filtre coupe-fréquence présentant à la fréquence de l'onde pilote considérée un affaiblissement d'au moins 40 dB, et dont la distorsion de temps de propagation de groupe sera aussi réduite que possible. Toutefois, dans le cas où les Administrations auront inséré à l'entrée des liaisons à large bande le filtre à élimination de bande de protection de pilote mentionné au § 7.1, le but recherché dans le cas du présent § 7.2 sera atteint et le filtre coupe-fréquence sera inutile.

7.3 Liaisons multipoints

Dans le cas de liaisons multipoints sur des réseaux en forme d'arbres, il conviendra, en chaque point de confluence, de bloquer, sur toutes les liaisons confluentes sauf une, l'onde pilote à l'aide d'un filtre conforme à celui mentionné au § 7.2, de façon à ne conserver qu'une onde pilote protégée contre les interférences des autres ondes pilotes. On pourra aussi bloquer les ondes pilotes sur toutes les liaisons confluentes et émettre sur la liaison en aval une onde pilote produite localement.

Références

- [1] Recommandation du CCITT *Stabilité de la transmission*, tome IV, fascicule IV.1, Rec. M.160.
- [2] Recommandation du CCITT *Equipements terminaux à 8 voies*, Livre orange, tome III-1, Rec. G.234, UIT, Genève, 1977.
- [3] Recommandation du CCITT *Systèmes recommandés pour la signalisation “hors bande”*, tome VI, Rec. Q.21.
- [4] Recommandation du CCITT *Equipements terminaux à 8 voies*, Livre orange, tome III-1, Rec. G.234, § f), UIT, Genève, 1977.
- [5] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des liaisons en groupe primaire pour la transmission de signaux à large spectre*, tome III, Rec. H.14.