|  |
| --- |
| **Recommandation UIT-R F.339-8**  **(02/2013)** |
| **Largeurs de bande, rapports signal/bruit  et marges contre les évanouissements  dans les systèmes de radiocommunication en ondes décamétriques du service fixe  et du service mobile terrestre** |
| **Série F**  **Service fixe** |

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d’assurer l’utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d’études.

# Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT‑R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT‑T, l'UIT‑R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT‑T, l'UIT‑R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

|  |  |
| --- | --- |
| Séries des Recommandations UIT-R  (Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>) | |
| **Séries** | Titre |
| **BO** | Diffusion par satellite |
| **BR** | Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision |
| **BS** | Service de radiodiffusion sonore |
| **BT** | Service de radiodiffusion télévisuelle |
| **F** | **Service fixe** |
| **M** | Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés |
| **P** | Propagation des ondes radioélectriques |
| **RA** | Radio astronomie |
| **RS** | Systèmes de télédétection |
| **S** | Service fixe par satellite |
| **SA** | Applications spatiales et météorologie |
| **SF** | Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe |
| **SM** | Gestion du spectre |
| **SNG** | Reportage d'actualités par satellite |
| **TF** | Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires |
| **V** | Vocabulaire et sujets associés |

|  |
| --- |
| ***Note****: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.* |

*Publication électronique*

Genève, 2014

© UIT 2014

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l’accord écrit préalable de l’UIT.

RECOMMANDATION UIT-R F.339-8

Largeurs de bande, rapports signal/bruit et marges contre les évanouissements   
dans les systèmes de radiocommunication en ondes décamétriques du service fixe et du service mobile terrestre

(1951-1953-1956-1963-1966-1970-1974-1978-1982-1986-2006-2013)

Domaine de compétence

La présente Recommandation contient des exemples de systèmes en ondes décamétriques (3-30 MHz) du service fixe et du service mobile terrestre actuellement utilisés et indique les paramètres essentiels (largeurs de bande, rapports signal/densité de bruit et marges contre les évanouissements) de ces systèmes. Il convient d'utiliser ces paramètres pour la mise en place des systèmes en ondes décamétriques; ces paramètres pourraient également être utilisés dans les études de partage.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

*a)* qu'il est souhaitable de faire une classification des aspects techniques sur lesquels devront porter les études ultérieures;

*b)* qu'il est nécessaire de disposer de valeurs qui tiennent compte des évanouissements et des fluctuations du champ;

*c)* que la documentation contenue dans l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R P.313 contient toutefois certains résultats d'où peuvent être déduites des données provisoires sur les conditions d'évanouissement;

*d)* quede nombreux systèmes en ondes décamétriques du service fixe et du service mobile terrestre sont actuellement en service ou mis au point en vue de répondre aux besoins futurs. En conséquence, il n'existe aucun système «type» unique comme modèle général,

recommande

**1** d'utiliser les valeurs indiquées dans les Tableaux 1 à 4 de l'Annexe 1 pour le rapport signal/densité de bruit (SNR) nécessaire pour la classe d'émission considérée;

**2** d'utiliser les valeurs figurant dans les colonnes relatives aux conditions d'évanouissement du Tableau 1 de l'Annexe 1, conjointement avec l'estimation du facteur de fluctuation de champ indiquée dans la Note 4 du Tableau 1, afin de faciliter l'estimation des valeurs médianes mensuelles des valeurs médianes horaires du champ nécessaires pour les divers types et qualités de service;

**3** de considérer la Note ci-après comme faisant partie intégrante de la présente Recommandation.

NOTE – L'emploi des valeurs recommandées ne conduit qu'à des estimations auxquelles il peut y avoir lieu d'apporter des ajustements pour des circuits radioélectriques ayant diverses longueurs de trajets selon la qualité de service requise.

Annexe 1

TABLEAU 1

Rapports SNR nécessaires

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Classe d'émission** | **Largeur de bande du récepteur  avant détection (Hz)** | **Largeur de bande du récepteur après détection (Hz)** | **Qualité de service** | **Rapport SNR en audiofréquence (1) (dB)** | **Rapport SNR moyen en  radiofréquence(2)(3) (dB)** | | |
| **Conditions stables** | **Conditions  d'évanouissement (4) (5)** | |
| **Sans  diversité** | **Avec diversité double** |
| Télégraphie A1A  8 Bd | 3 000 | 1 500 | Réception auditive (6) | – 4 | 31 | 38 |  |
| Télégraphie A1B  50 Bd, téléimprimeur | 250 | 250 | Qualité commerciale (7) | 16 | 40 |  | 58 |
| Télégraphie A1B  120 Bd, ondulateur | 600 | 600 |  | 10 | 38 |  | 49 |
| Télégraphie A2A  8 Bd | 3 000 | 1 500 | Réception auditive (6) (19) | – 4 | 35 | 38 |  |
| Télégraphie A2B  24 Bd | 3 000 | 1 500 | Qualité commerciale (7) (19) | 11 | 50 | 56 |  |
| Télégraphie F1B  50 Bd, téléimprimeur 2*D*  200 à 400 Hz | 1 500 | 100 |  |  |  |  |  |
| Télégraphie F1B  100 Bd, téléimprimeur 2*D*  170 Hz avec ARQ | 300 | 300 | (10) |  | 43 | 52 |  |
| Télégraphie F1B  200 Bd, téléimprimeur 2*D*  400 Hz avec ARQ |  |  | (10) |  |  |  |  |
| Télégraphie F1B  MDF-M à 33 tonalités  AT12 à 10 caractères/s | 400 | 400 |  |  | 23 24 26 |  | 29 34 39 |
| Télégraphie F1B  MDF-M à 12 tonalités  AT15 à 10 caractères/s | 300 | 300 |  |  | 26 27 29 |  | 32 36 42 |
| Télégraphie F1B  MDF-M à 6 tonalités  AT12 à 10 caractères/s | 180 | 180 |  |  | 25 26 28 |  | 31 35 41 |
| Télégraphie F7B |  |  |  |  |  |  |  |
| Phototélégraphie R3C 60 t/min | 3 000 | 3 000 |  |  | 50 | 59 |  |
| Phototélégraphie F3C 60 t/min | 1 100 | 3 000 | Difficilement commerciale (22) Bonne qualité commerciale (22) | 15 20 | 50 55 | 58 65 |  |
| Téléphonie A3E  double bande latérale | 6 000 | 3 000 | Juste utilisable (11) Difficilement commerciale (12) Bonne qualité commerciale (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |
| Téléphonie H3E  bande latérale unique, porteuse complète | 3 000 | 3 000 | Juste utilisable (11) Difficilement commerciale (12) Bonne qualité commerciale (13) |  |  |  |  |
| Téléphonie R3E  bande latérale unique, porteuse réduite | 3 000 | 3 000 | Juste utilisable (11) Difficilement commerciale (12) Bonne qualité commerciale (13) |  |  |  |  |
| Téléphonie J3E  bande latérale unique, porteuse supprimée | 3 000 | 3 000 | Juste utilisable (11) Difficilement commerciale (12) Bonne qualité commerciale (13) |  | 47 56 64(14) |  |  |
| Téléphonie B8E  bandes latérales indépendantes, 2 voies | 6 000 | 3 000 pour  chaque voie | Juste utilisable (11) Difficilement commerciale (12) Bonne qualité commerciale (13) |  | 49 58 66(14) |  |  |
| Téléphonie B8E  bandes latérales indépendantes, 4 voies | 12 000 | 3 000 pour  chaque voie | Juste utilisable (11) Difficilement commerciale (12) Bonne qualité commerciale (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |

TABLEAU 1 (*fin*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Classe d'émission** | **Largeur de bande du récepteur  avant détection (Hz)** | **Largeur de bande du récepteur après détection (Hz)** | **Qualité de service** | **Rapport SNR en audiofréquence (1) (dB)** | **Rapport SNR moyen en  radiofréquence(2)(3) (dB)** | | |
| **Conditions stables** | **Conditions  d'évanouissement (4) (5)** | |
| **Sans  diversité** | **Avec diversité double** |
| Téléphonie harmonique multivoie J7B  16 voies à 75 Bd | 3 000 | 110 pour  chaque voie |  |  |  |  |  |
| Télégraphie harmonique multivoie J7B  15 voies à 100 Bd  avec ARQ | 3 000 | 110 pour  chaque voie | (10) |  |  |  |  |
| Télégraphie harmonique multivoie R7B  porteuse réduite |  |  |  |  |  |  |  |
| Emission composite B7W 16 voies à 75 Bd 1 voie téléphonique(16) | 6 000 | 110 pour chaque voie télégraphique 3 000 pour la voie téléphonique |  |  |  |  |  |
| (1) Largeur de bande de bruit égale à la largeur de bande, après détection, du récepteur. Pour la téléphonie à bandes latérales indépendantes, la largeur de bruit est égale à la largeur de bande, après détection, d'une seule voie.  (2) Les nombres inscrits dans cette colonne du Tableau 1 représentent le rapport de la puissance en crête de modulation du signal à la puissance moyenne du bruit dans une largeur de bande de 1 Hz, sauf pour les émissions de classe A3E à double bande latérale, pour lesquelles ils représentent le rapport de la puissance sur l'onde porteuse à la puissance moyenne du bruit dans une largeur de bande de 1 Hz.  (3) Les valeurs données dans cette colonne pour la téléphonie s'appliquent au cas où les dispositifs terminaux sont de types classiques. Elles sont susceptibles d'être considérablement réduites (d'un montant non encore déterminé) quand on utilise des dispositifs terminaux dans lesquels est appliqué le principe des compresseurs-extenseurs couplés (Lincompex) (voir la Recommandation UIT‑R F.1111). On a trouvé qu'un rapport signal/bruit en audiofréquence de 7 dB (valeur efficace) mesuré dans une bande de 3 kHz correspond à une qualité téléphonique juste satisfaisante du point de vue commercial, compte tenu de l'amélioration due aux compresseurs-extenseurs.  (4) Les valeurs données dans ces colonnes sont les valeurs médianes de la puissance du signal affecté d'évanouissement qui sont nécessaires pour donner une qualité de service équivalente. Elle ne tiennent pas compte du facteur de fluctuation de champ. (marge pour la fluctuation d'un jour à l'autre). En général, on peut ajouter 11,5 dB aux valeurs contenues dans ces colonnes afin d'obtenir des évaluations provisoires pour les valeurs totales requises des rapports signal/densité de bruit. Ces évaluations peuvent servir de guide quand il s'agit d'estimer les valeurs requises pour les médianes mensuelles des médianes horaires du champ. Cette valeur de 11,5 dB a été obtenue de la façon suivante:  Le facteur de fluctuation d'intensité du signal, par rapport à un bruit constant, est de 10 dB, valeur que l'on estime devoir assurer la protection du signal pendant 90 jours sur 100. On admet également que les fluctuations d'intensité des bruits atmosphériques atteignent, 90 jours sur 100, une valeur de 10 dB. En supposant qu'il n'existe aucune corrélation entre les fluctuations d'intensité de bruit et du signal, on peut estimer la valeur combinée du facteur de fluctuation d'intensité du signal et du bruit à:    (5) Pour calculer les rapports signal/densité de bruit en radiofréquence relatifs à des évanouissements rapides ou de courte durée, on a utilisé une répartition logarithmique-normale des amplitudes du signal reçu (en adoptant une valeur de 7 dB pour le rapport du niveau médian au niveau dépassé pendant 10% ou 90% du temps) sauf dans le cas des services de télégraphie automatique à grande rapidité, pour lesquels la protection a été calculée dans l'hypothèse d'une distribution de Rayleigh. Les Notes (6) à (25) ci‑après concernent la protection contre les évanouissements rapides ou de courte durée.  (6) Pour assurer la protection pendant 90% du temps.  (7) A1B, 50 Bd, téléimprimeur: pour assurer la protection pendant 99,99% du temps. Télégraphie A2B, 24 Bd: pour assurer la protection pendant 98% du temps.  (8) *PC* désigne la probabilité d'erreur sur les caractères.  (9) Dans l'hypothèse d'un bruit atmosphérique (V*d* = 6 dB).  (10) Fondée sur un rendement de 90%.  (11) Pour une intelligibilité de 90% pour les phrases.  (12) Avec raccordement au réseau public. Fondée sur une protection pendant 80% du temps.  (13) Avec raccordement au réseau public. Fondée sur une protection pendant 90% du temps.  (14) En supposant une amélioration de 10 dB due à l'emploi de réducteurs de bruit.  (15) Amélioration due à la diversité: diversité d'espace avec grand espacement (plusieurs km).  (16) En supposant que la charge de l'émetteur par le signal de télégraphie multivoie est de 80% de la valeur nominale de sa puissance de crête. | | | | | | | |

|  |
| --- |
| *Notes relatives au Tableau 1 (fin)*  (17) La valeur requise du rapport signal/densité de bruit est fondée sur la qualité de fonctionnement des voies télégraphiques.  (18) Pour la téléphonie, les chiffres de cette colonne se réfèrent au rapport signal audiofréquence/valeur quadratique moyenne de la puissance de bruit en audiofréquence pour une largeur de bande de 3 kHz, le signal audiofréquence étant mesuré sur un VU‑mètre: la crête du signal, pour une modulation à 100% de l'émetteur par une fréquence pure, est donc de 6 dB supérieure à cette valeur.  (19) On admet que la puissance totale des bandes latérales, combinée avec la porteuse manipulée, donne lieu à un effet de diversité partiel (à deux éléments). On prévoit une marge de 4 dB pour la protection pendant 90% du temps (8 Bd) et de 6 dB pour la protection pendant 98% du temps (24 Bd).  (20) L'utilisation de terminaux Lincompex réduira ces valeurs d'une quantité qui reste à déterminer.  (21) Dans le cas d'un plus petit nombre de voies, ces valeurs seront différentes. La relation entre le nombre de voies et le rapport signal/bruit requis doit encore être déterminée.  (22) Qualité estimée conformément à la Recommandation UIT‑T T.22 «Mires normalisées pour la transmission de documents par télécopie».  (23) Pour la classe d'émission H3E, les niveaux du signal dans les bandes latérales et de la porteuse pilote correspondant à une modulation à 100% sont chacun de – 6 dB par rapport à la puissance en crête. Récepteur BLU utilisé pour la réception.  (24) Pour la classe d'émission R3E, on utilise le niveau de porteuse pilote de – 20 dB par rapport à la puissance en crête; le niveau du signal dans les bandes latérales, correspondant à une modulation de 100%, est inférieur de 1 dB à la puissance en crête.  (25) Les valeurs indiquées sont représentatives, mais en réalité dépendent de la cadence d'évanouissement. |

TABLEAU 2

SNR moyens nécessaires pour un modem HF MDP-4 D à 39 tonalités  
(Classe d'émission J2D)  
a)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Rapports SNR moyens  (dB/Hz) | TEB | | | |
| Débit de données 2 400 bit/s | | Débit de données 1 200 bit/s | |
| Canal à bruit blanc gaussien additif (BBGA)(d) | Conditions d'évanouissement(a) (b) (c) | Canal à BBGA(d) | Conditions d'évanouissement(a) (b) (c) |
| 39 |  | 8,6  10–2 |  | 6,4  10–2 |
| 44 |  | 3,5  10–2 |  | 4,4 10–3 |
| 49 |  | 1,0  10–2 |  | 3,4  10–4 |
| 54 |  | 1,0  10–3 |  | 9,0  10–6 |
| 64 |  | 1,8  10–4 |  | 2,7  10–6 |

b)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Rapports SNR moyens  (dB/Hz) | TEB | | | |
| Débit de données 300 bit/s | | Débit de données 75 bit/s | |
| Canal à BBGA)(d) | Conditions d'évanouissement(a) (b) (c) | Canal à BBGA)(d) | Conditions d'évanouissement(a) (b) (c) |
| 34 |  | 1,8  10–2 |  | 4,4  10–4 |
| 36 |  | 6,4  10–3 |  | 5,0  10–5 |
| 38 |  | 1,0  10–3 |  | 1,0  10–6 |
| 40 |  | 5,0  10–5 |  | 1,0  10–6 |
| 42 |  | 1,5  10–6 |  | 1,0  10–6 |

Notes relatives au Tableau 2

|  |
| --- |
| (a) Deux trajets indépendants de puissance moyenne égale avec évanouissements de Rayleigh, un retard fixe de 2 ms entre les trajets et un évanouissement de 1 Hz.  (b) Entrelaceur «très long» à 72 trames.  (c) Les valeurs données dans ces colonnes sont les valeurs quadratiques moyennes de la puissance du signal affecté d'évanouissement qui sont nécessaires pour donner une qualité de service équivalente.  (d) «BBGA»: canal sans évanouissement avec bruit blanc gaussien additif. |

TABLEAU 3

SNR moyens nécessaires pour les débits de données   
et la modulation indiqués (Classe d'émission J2D)  
a)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Débit de données d'utilisateur (bit/s) | Modulation | Rapport SNR moyen (dB/Hz) | | | |
| TEB 1,0  10–4 | | TEB 1,0  10–5 | |
| Canal à  BBGA(d) | Conditions d'évanouis­sement(a) (b) (c) | Canal à BBGA(d) | Conditions d'évanouis­sement(a) (b) (c) |
| 12 800 | MAQ-64 | 61 | – | 62 | *–* |
| 9 600 | MAQ-64 | 55 | 64 | 56 | 66 |
| 8 000 | MAQ-32 | 53 | 60 | 53 | 62 |
| 6 400 | MAQ-16 | 50 | 57 | 50 | 58 |
| 4 800 | MDP-8 | 47 | 54 | 48 | 55 |
| 3 200 | MDP-4 | 43 | 48 | 43 | 49 |

**b)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Débit de données d'utilisateur (bit/s) | Modulation | Rapport SNR moyen (dB/Hz) | | | |
| TEB < 1,0  10–2 | | TEB < 1,0  10–3 | |
| Canal à BBGA(d) | Conditions d'évanouis­sement(a) (b) (c) | Canal à BBGA(d) | Conditions d'évanouis­sement (a) (b) (c) |
| 1 200 | MDP-8 | 43 |  | 44 | 54 |
| 2 400 | MDP-8 | 44 | 49 | 49 | 59 |
| 3 600 | MDP-8 | 51 | 54 | 53 | 74 |
| (a) Deux trajets indépendants de puissance moyenne égale avec évanouissements de Rayleigh, un retard fixe de 2 ms entre les trajets et un évanouissement de 1 Hz.  (b) Entrelaceur «très long» à 72 trames.  (c) Les valeurs données dans ces colonnes sont les valeurs quadratiques moyennes de la puissance du signal affecté d'évanouissement qui sont nécessaires pour donner une qualité de service équivalente.  (d) «BBGA»: canal sans évanouissement avec bruit blanc gaussien additif. | | | | | |

TABLEAU 4a

Débits de données et modulation (Classe d'émission J2D) dans des largeurs de bande comprises entre 3 et 24 kHz pour un système de modulation numérique échelonnable

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Numéro de la forme d'onde | Modulation | Débits de données (bit/s) | | | | | | | |
| 3 (kHz) | 6 (kHz) | 9 (kHz) | 12 (kHz) | 15 (kHz) | 18 (kHz) | 21 (kHz) | 24 (kHz) |
| 0 | Walsh | 75 | 150 | 300 | 300 | 300 | 600 | 300 | 600 |
| 1 | BBGA | 150 | 300 | 600 | 600 | 600 | 1 200 | 600 | 1 200 |
| 2 | BBGA | 300 | 600 | 1 200 | 1 200 | 1 200 | 2 400 | 1 200 | 2 400 |
| 3 | BBGA | 600 | 1 200 | 2 400 | 2 400 | 2 400 | 4 800 | 2 400 | 4 800 |
| 4 | BBGA | 1 200 | 2 400 | – | 4 800 | 4 800 | – | 4 800 | 9 600 |
| 5 | BBGA | 1 600 | 3 200 | 4 800 | 6 400 | 8 000 | 9 600 | 9 600 | 12 800 |
| 6 | MDP-4 | 3 200 | 6 400 | 9 600 | 12 800 | 16 000 | 19 200 | 19 200 | 25 600 |
| 7 | MDP-8 | 4 800 | 9 600 | 14 400 | 19 200 | 24 000 | 28 800 | 28 800 | 38 400 |
| 8 | MAQ-16 | 6 400 | 12 800 | 19 200 | 25 600 | 32 000 | 38 400 | 38 400 | 51 200 |
| 9 | MAQ-32 | 8 000 | 16 000 | 24 000 | 32 000 | 40 000 | 48 000 | 48 000 | 64 000 |
| 10 | MAQ-64 | 9 600 | 19 200 | 28 800 | 38 400 | 48 000 | 57 600 | 57 600 | 76 800 |
| 11 | MAQ-64- | 12 000 | 24 000 | 36 000 | 48 000 | 57 600 | 72 000 | 76 800 | 96 000 |
| 12 | MAQ-256 | 16 000 | 32 000 | 48 000 | 64 000 | 76 800 | 90 000 | 115 200 | 120 000 |
| 13 | MDP-4 | 2 400 |  |  |  |  |  |  |  |

TABLEAU 4b

SNR nécessaires (dB/Hz) dans des largeurs de bande comprises entre 3 et 24 kHz pour un système de modulation numérique échelonnable pour un TEB ≤ 1,0 × 10–5(e)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Largeur de bande | 3 (kHz)(a) | | 6 (kHz)(a) | | 9 (kHz)(a) | | 12 (kHz)(a) | |
| Numéro de la forme d'onde | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) |
| 0 | 29 | 34 | 32 | 37 | 34 | 40 | 35 | 40 |
| 1 | 32 | 38 | 35 | 41 | 37 | 43 | 38 | 44 |
| 2 | 35 | 40 | 38 | 43 | 40 | 45 | 41 | 46 |
| 3 | 38 | 42 | 41 | 45 | 44 | 48 | 44 | 48 |
| 4 | 40 | 45 | 43 | 48 | – | – | 46 | 51 |
| 5 | 41 | 46 | 44 | 49 | 46 | 51 | 47 | 52 |
| 6 | 44 | 49 | 47 | 52 | 49 | 54 | 50 | 55 |
| 7 | 48 | 54 | 51 | 57 | 53 | 59 | 54 | 60 |
| 8 | 51 | 58 | 54 | 61 | 56 | 63 | 57 | 64 |
| 9 | 54 | 62 | 57 | 65 | 59 | 67 | 60 | 68 |

TABLEAU 4b (*fin*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Largeur de bande | 15 (kHz)(a) | | 18 (kHz)(a) | | 21(kHz)(a) | | 24 (kHz)(a) | | |
| Numéro de la forme d'onde | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) | Canal BBGA (b) | Canal avec évanouissement (c) (d) | |
| 10 | 56 | 66 | 59 | 69 | 61 | 71 | 62 | 72 |
| 11 | 59 | – | 62 | – | 64 | – | 65 | – |
| 12 | 65 | – | 68 | – | 70 | – | 71 | – |
| 13 | 41 | 46 | – | – | – | – | – | – |
| 0 | 36 | 41 | 37 | 42 | 37 | 42 | 38 | 43 | |
| 1 | 39 | 45 | 40 | 46 | 40 | 46 | 41 | 47 | |
| 2 | 42 | 47 | 43 | 48 | 43 | 48 | 44 | 49 | |
| 3 | 45 | 49 | 46 | 50 | 46 | 50 | 47 | 51 | |
| 4 | 47 | 52 | – | – | 48 | 53 | 49 | 54 | |
| 5 | 48 | 53 | 49 | 54 | 49 | 54 | 50 | 55 | |
| 6 | 51 | 56 | 52 | 57 | 52 | 57 | 53 | 58 | |
| 7 | 55 | 61 | 56 | 62 | 56 | 62 | 57 | 63 | |
| 8 | 58 | 65 | 59 | 66 | 59 | 66 | 60 | 67 | |
| 9 | 61 | 69 | 62 | 70 | 62 | 70 | 63 | 71 | |
| 10 | 63 | 73 | 64 | 74 | 64 | 74 | 65 | 78 | |
| 11 | 66 | – | 67 | – | 67 | – | 68 | – | |
| 12 | 72 | – | 73 | – | 73 | – | 74 | – | |
| 13 | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| (a) Les valeurs indiquées dans les colonnes du Tableau 4b représentent le rapport de la puissance moyenne du signal à la puissance moyenne du bruit (dB) dans une largeur de bande de 1 Hz.  (b) «BBGA»: canal sans évanouissement avec bruit blanc gaussien additif.  (c) «Canal avec évanouissement»: Deux trajets indépendants de puissance moyenne égale avec évanouissements de Rayleigh, un retard fixe de 2 ms entre les trajets et un évanouissement de 1 Hz (correspond aux «conditions de propagation perturbées» aux latitudes moyennes mentionnées dans la Recommandation UIT-R F.1487).  (d) Les valeurs données dans la colonne «Canal avec évanouissement» du Tableau 4b sont les valeurs médianes de la puissance du signal affecté d'évanouissement qui sont nécessaires pour donner une qualité de service équivalente.  (e) Les numéros 11 et 12 de la forme d'onde conviennent pour les canaux utilisant la propagation par onde de sol et les valeurs de l'évanouissement dû à la propagation par l'onde ionosphérique ne sont pas disponibles. Le numéro 4 de la forme d'onde n'est pas disponible dans les canaux 9 ou 18 kHz et le numéro 13 de la forme d'onde n'est disponible que dans un système utilisant une largeur de bande de 3 kHz. | | | | | | | | | |

Le Tableau 4 présente la modulation numérique pour les systèmes en ondes décamétriques utilisant une plus grande largeur de bande. Les Tableaux 4a et 4b doivent être utilisés conjointement: il convient en premier lieu d'identifier le numéro de la forme d'onde pour la largeur de bande et le débit de données d'un système déterminé à partir du Tableau 4a, puis d'utiliser le Tableau 4b pour déterminer le rapport signal-bruit requis.

On trouvera ci-dessous un exemple d'utilisation des Tableaux 4 pour un débit de données de 38 400 bit/s dans une largeur de bande de 24 kHz:

1) A partir du Tableau 4a, trouver la colonne correspondant à la largeur de bande de 24 kHz et déterminer le numéro de la forme d'onde pour un débit de 38 400 bit/s, qui est en l'occurrence le numéro 7 de la forme d'onde.

2) Trouver la ligne correspondant au numéro 7 de la forme d'onde dans le Tableau 4b ainsi que son intersection avec la colonne correspondant à la largeur de bande de 24 kHz.

3) Pour une qualité de service avec un TEB de 1 × 10–5, les rapports SNR requis sont respectivement de 57 et 63 dB/Hz dans des canaux sans évanouissement et avec évanouissement; ces rapports sont présentés dans le Tableau 4b.