|  |
| --- |
| **Recommandation UIT-R SM.1138-3**  **(10/2019)** |
| **Détermination des largeurs de bande nécessaires, exemples de calcul de la largeur de bande nécessaire et exemples connexes de désignation des émissions** |
| **Série SM**  **Gestion du spectre** |

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 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, 2019

© UIT 2019

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 SM.1138-3

Détermination des largeurs de bande nécessaires, exemples de calcul de la largeur de bande nécessaire et exemples connexes de désignation des émissions

(1995-2007-2008‑2019)

Domaine d'application

La présente Recommandation sert de base pour déterminer les largeurs de bande nécessaires des émissions dans le cas d'une modulation d'amplitude, de fréquence ou par impulsions au moyen de divers types de signaux. Elle donne par ailleurs des exemples de calculs et de désignation des émissions.

Mots clés

Largeur de bande nécessaire, système automatisé de gestion du spectre, calcul

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

*a)* que pour attribuer des fréquences, il est nécessaire de déterminer la largeur de bande nécessaire des émissions;

*b)* que la largeur de bande nécessaire est un élément de données fondamental de tous les systèmes automatisés de gestion du spectre,

recommande

d'utiliser les formules qui figurent à l'Annexe 1 pour calculer la largeur de bande nécessaire, lorsque celle-ci est reprise par le Règlement des radiocommunications (RR).

Annexe 1  
  
Détermination des largeurs de bande nécessaires, exemples de calcul   
de la largeur de bande nécessaire et exemples connexes   
de désignation des émissions

**1** La largeur de bande nécessaire ainsi déterminée n'est pas la seule caractéristique d'une émission qu'il convient de prendre en considération lorsqu'il s'agit d'évaluer le brouillage que cette émission est susceptible de causer.

**2** Dans la rédaction du tableau, les notations suivantes ont été utilisées:

*Bn* : largeur de bande nécessaire (Hz)

*B* : rapidité de modulation (Bd)

*N* : nombre maximal possible des éléments «noirs plus blancs» à transmettre par seconde dans le cas du fac‑similé

*M* : fréquence maximale de modulation (Hz)

*C* : fréquence de la sous-porteuse (Hz)

*D* : excursion de crête, c'est-à-dire la moitié de la différence entre les valeurs maximale et minimale de la fréquence instantanée. La fréquence instantanée (Hz) s'obtient en divisant la vitesse de variation de la phase, (rad) par 2 

*t* : durée de l'impulsion à mi-amplitude (s)

*tr* :temps de montée de l'impulsion entre 10% et 90% d'amplitude (s)

*K* : facteur numérique général, qui varie suivant l'émission et qui dépend de la distorsion admissible du signal. En cas de signal multiporteuses avec multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence, *K* est le nombre de sous-porteuses actives, tel que défini dans la formule (52) de la Recommandation UIT-R SM.328

*Nc* : nombre de voies dans la bande de base dans les systèmes radioélectriques multiplex à plusieurs voies

*fp* : fréquence de la sous-porteuse pilote de continuité (Hz) (signal continu utilisé pour contrôler la qualité de fonctionnement des systèmes à multiplexage par répartition en fréquence)

*Ns* : séparation de fréquence entre les deux sous‑porteuses (kHz).

| Description de l'émission | Largeur de bande nécessaire | | Désignation de l'émission |
| --- | --- | --- | --- |
| Formule | Exemple de calcul |
| I. PAS DE SIGNAL MODULANT | | | |
| Onde entretenue pure | – | – | Aucune |
| II. MODULATION D'AMPLITUDE | | | |
| 1. Signal contenant de l'information quantifiée ou numérique | | | |
| Télégraphie à ondes entretenues, code Morse | *Bn* = *BK* *K* = 5 pour les liaisons affectées d'évanouissements *K* = 3 pour les liaisons sans évanouissements | 25 mots par minute *B* = 20, *K* = 5 Largeur de bande: 100 Hz | 100HA1AAN |
| Télégraphie à manipulation par tout ou rien d'une porteuse modulée par une fréquence audible, code Morse | *Bn* = *BK +* 2*M* *K* = 5 pour les liaisons affectées d'évanouissements *K* = 3 pour les liaisons sans évanouissements | 25 mots par minute *B* = 20, *M* = 1 000, *K* = 5 Largeur de bande: 2 100 Hz = 2,1 kHz | 2K10A2AAN |
| Signal d'appel sélectif avec emploi d'un code séquentiel à une seule fréquence, bande latérale unique, onde porteuse complète | *Bn* = *M* | Fréquence maximale du code = 2 110 Hz, *M* = 2 110 Largeur de bande: 2 110 Hz = 2,11 kHz | 2K11H2BFN |
| Télégraphie à impression directe, avec emploi d'une sous-porteuse modulante à déplacement de fréquence, correction des erreurs, bande latérale unique, onde porteuse supprimée (une seule voie) | *Bn* = 2*M* + 2*DK* | *B* = 50 *D* = 35 Hz (déplacement 70 Hz) *K* = 1,2 Largeur de bande: 134 Hz | 134HJ2BCN |
| Télégraphie harmonique multivoie avec correction des erreurs, quelques voies sont multiplexées par répartition dans le temps, bande latérale unique, onde porteuse réduite | *Bn* = fréquence centrale la plus élevée + M + DK | 15 voies Fréquence centrale la plus élevée = 2 805 Hz *B* = 100 *D* = 42,5 Hz (déplacement 85 Hz) *K* = 0,7 Largeur de bande: 2 885 Hz = 2,885 kHz | 2K89R7BCW |
| 2. Téléphonie (qualité commerciale) | | | |
| Téléphonie, double bande latérale (une seule voie) | *Bn* = 2*M* | *M* = 3 000 Largeur de bande: 6 000 Hz = 6 kHz | 6K00A3EJN |
| Téléphonie, bande latérale unique, onde porteuse complète (une seule voie) | *Bn* = *M* | *M* = 3 000 Largeur de bande: 3 000 Hz = 3 kHz | 3K00H3EJN |
| Téléphonie, bande latérale unique, onde porteuse supprimée (une seule voie) | *Bn* = *M* – fréquence de modulation la plus basse | *M* = 3 000 Fréquence de modulation la plus basse = 300 Hz Largeur de bande: 2 700 Hz = 2,7 kHz | 2K70J3EJN |
| Téléphonie avec signaux distincts modulés en fréquence pour régler le niveau du signal vocal démodulé, bande latérale unique, onde porteuse réduite (Lincompex) (une seule voie) | *Bn* = *M* | Fréquence maximale de réglage = 2 990 Hz *M* = 2 990 Largeur de bande: 2 990 Hz = 2,99 kHz | 2K99R3ELN |
| Téléphonie avec dispositif de secret, bande latérale unique, onde porteuse supprimée (deux voies ou plus) | *Bn* = *Nc* *M* – fréquence de modulation la plus basse dans la voie la plus basse | *Nc* = 2 *M* = 3 000 Fréquence de modulation la plus basse = 250 Hz Largeur de bande: 5 750 Hz = 5,75 kHz | 5K75J8EKF |
| Téléphonie, bande latérale indépendante (deux voies ou plus) | *Bn* = somme de *M* pour chaque bande latérale | 2 voies *M* = 3 000 Largeur de bande: 6 000 Hz = 6 kHz | 6K00B8EJN |
| 3. Radiodiffusion sonore | | | |
| Radiodiffusion sonore, double bande latérale | *Bn* = 2*M* *M* peut varier entre 4 000 et 10 000 selon la qualité désirée | Parole et musique, *M* = 4 000 Largeur de bande: 8 000 Hz = 8 kHz | 8K00A3EGN |
| Radiodiffusion sonore, bande latérale unique, onde porteuse réduite (une seule voie) | *Bn* = *M* *M* peut varier entre 4 000 et 10 000 selon la qualité désirée | Parole et musique, *M* = 4 000 Largeur de bande: 4 000 Hz = 4 kHz | 4K00R3EGN |
| Radiodiffusion sonore, bande latérale unique, onde porteuse supprimée | *Bn* = *M* – fréquence de modulation la plus basse | Parole et musique, *M* = 4 500 Fréquence de modulation la plus basse = 50 Hz Largeur de bande: 4 450 Hz = 4,45 kHz | 4K45J3EGN |
| 4. Télévision | | | |
| Télévision, image et son | Pour les largeurs de bande communément utilisées pour les systèmes de télévision, voir les documents correspondants de l'UIT-R | Nombre de lignes: 625 Largeur de bande vidéo nominale = 5 MHz Porteuse sonore par rapport à la porteuse image: 5,5 MHz Largeur de bande totale pour l'image: 6,25 MHz Largeur de la voie de transmission sonore modulée en fréquence, y compris les bandes de garde: 750 kHz Largeur de bande de la voie aux fréquences radioélectriques: 7 MHz | 6M25C3F --   750KF3EGN |
| 5. Fac-similé | | | |
| Fac-similé analogique par modulation en fréquence de la sous-porteuse d'une émission à bande latérale unique, onde porteuse réduite, noir et blanc | *Bn* = *C* +  + *DK* *K* = 1,1 (valeur type) | *N* = 1 100 correspondant à un module de coopération de 352 et à une vitesse de rotation du cylindre de 60 tours par minute. Le module de coopération est le produit du diamètre du cylindre et du nombre de lignes par unité de longueur. *C* = 1 900 *D* = 400 Hz Largeur de bande: 2 890 Hz = 2,89 kHz | 2K89R3CMN |
| Fac-similé analogique; modulation en fréquence d'une sous-porteuse audiofréquence modulant la porteuse principale, bande latérale unique, onde porteuse supprimée | *Bn* = 2*M* + 2*DK* *M* =   *K* = 1,1 (valeur type) | *N* = 1 100 *D* = 400 Hz Largeur de bande: 1 980 Hz = 1,98 kHz | 1K98J3C -- |
| 6. Émissions composites | | | |
| Double bande latérale, faisceau hertzien de télévision | *Bn* = 2*C* + 2*M* + 2*D* | Fréquences vidéo limitées à 5 MHz, son sur sous-porteuse 6,5 MHz modulée en fréquence avec excursion de 50 kHz: *C* = 6,5 = 106 *D* = 50 = 103 Hz *M* = 15 000 Largeur de bande: 13,13 × 106 Hz = 13,13 MHz | 13M1A8W -- |
| Double bande latérale, faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence | *Bn* = 2*M* | 10 voies téléphoniques occupant la bande de base 1-164 kHz *M* = 164 000 Largeur de bande: 328 000 Hz = 328 kHz | 328KA8E -- |
| Double bande latérale de VOR avec téléphonie (VOR: radiophare d'alignement équidirectif VHF) | *Bn* = 2*Cmax* + 2*M* + 2*DK* *K* = 1 (valeur type) | La porteuse principale est modulée par: – une sous-porteuse de 30 Hz – une porteuse résultant d'une tonalité de 9 960 Hz modulée en fréquence par une tonalité de 30 Hz – une voie téléphonique – une tonalité de 1 020 Hz manipulée pour identification continue en Morse *Cmax* = 9 960 *M* = 30 *D* = 480 Hz Largeur de bande: 20 940 Hz = 20,94 kHz | 20K9A9WWF |
| Bandes latérales indépendantes; plusieurs voies télégraphiques avec correction d'erreurs, ainsi que plusieurs voies téléphoniques avec dispositif de secret; multiplexage par répartition en fréquence | *Bn* = somme de *M* pour chaque bande latérale | Normalement, les systèmes composites sont exploités conformément aux dispositions normalisées des voies (par exemple Rec. UIT‑R F.348). Pour 3 voies téléphoniques et 15 voies télégraphiques, la largeur de bande nécessaire est de: 12 000 Hz = 12 kHz | 12K0B9WWF |
| 7. Fréquences étalon et signaux horaires 7.1 Haute fréquence (voix) | | | |
| Annonces vocales, double bande latérale | *Bn* = 2*M* | Parole *M* = 4 000 Largeur de bande: 8 000 Hz = 8 kHz | 8K00A3XGN |
| 7.2 Fréquence élevée (code temporel) | | | |
| Code temporel, tel que la télégraphie | *Bn* = *BK* + 2*M* | *B* = 1/s *M* = 1 *K* = 5 Largeur de bande: 7 Hz | 7H00A2XAN |
| 7.3 Basse fréquence (code temporel) | | | | |
| Code temporel, tel que télégraphie | *Bn* = *BK* + 2*M* | *B* = 1/s *M* = 1 *K* = 3 Largeur de bande: 5 Hz | 5H00A2XAN |
| III-A. MODULATION DE FRÉQUENCE | | | |
| 1. Signal contenant de l'information quantifiée ou numérique | | | |
| Télégraphie sans correction d'erreurs (une seule voie) | *Bn* = 2*M* + 2*DK*  *K*  1,2 (valeur type) | *B* = 100 *D* = 85 Hz (déplacement 170 Hz) Largeur de bande: 304 Hz | 304HF1BBN |
| Télégraphie à impression directe à bande étroite, avec correction d'erreurs (une seule voie) | *Bn* = 2*M* + 2*DK*  *K*  1,2 (valeur type) | *B* = 100 *D* = 85 Hz (déplacement 170 Hz) Largeur de bande: 304 Hz | 304HF1BCN |
| Signal d'appel sélectif | *Bn* = 2*M* + 2*DK*  *K*  1,2 (valeur type) | *B* = 100 *D* = 85 Hz (déplacement 170 Hz) Largeur de bande: 304 Hz | 304HF1BCN |
| Télégraphie duplex à 4 fréquences | *Bn* = 2*M* + 2*DK* *B*: rapidité de modulation (Bd) de la voie la plus rapide. Si les voies sont synchronisées:  (autrement, *M*  2*B*) *K* = 1,1 (valeur type) | Espacement entre fréquences adjacentes = 400 Hz Voies synchronisées *B* = 100 *M* = 50 *D* = 600 Hz Largeur de bande: 1 420 Hz = 1,42 kHz | 1K42F7BDX |
| 2. Téléphonie (qualité commerciale) | | | |
| Téléphonie commerciale | *Bn* = 2*M* + 2*DK* *K* = 1 (valeur type mais, dans certaines conditions, des valeurs plus grandes de *K* peuvent être nécessaires) | Cas moyen de téléphonie commerciale *D* = 5 000 Hz *M* = 3 000 Largeur de bande: 16 000 Hz = 16 kHz | 16K0F3EJN |
| 3. Radiodiffusion sonore | | | |
| Radiodiffusion sonore | *Bn* = 2*M* + 2*DK* *K* = 1 (valeur type) | Monophonique *D* = 75 000 Hz *M* = 15 000 Largeur de bande: 180 000 Hz = 180 kHz | 180KF3EGN |
| 4. Fac-similé | | | |
| Fac-similé par modulation directe en fréquence de la porteuse; noir et blanc | *Bn* = 2*M* + 2*DK*  *K*  1,1 (valeur type) | *N* = 1 100 éléments par seconde *D* = 400 Hz Largeur de bande: 1 980 Hz = 1,98 kHz | 1K98F1C -- |
| Fac-similé analogique | *Bn* = 2*M* + 2*DK*  *K*  1,1 (valeur type) | *N* = 1 100 éléments par seconde *D* = 400 Hz Largeur de bande: 1 980 Hz = 1,98 kHz | 1K98F3C -- |
| 5. Émissions composites (voir le Tableau III-B) | | | |
| Faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence | *Bn*  2*fp*  2*DK* *K*  1 (valeur type) | 60 voies téléphoniques occupant la bande de base 60-300 kHz; excursion efficace par voie = 200 kHz; la fréquence pilote de continuité (331 kHz) donne lieu à une excursion efficace de la porteuse principale de 100 kHz. *D*  200  103  3,76  2,02   1,52  106 Hz *fp*  0,331  106 Hz Largeur de bande: 3,702 × 106 Hz = 3,702 MHz | 3M70F8EJF |
| Faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence | *Bn*  2*M*  2*DK* *K*  1 (valeur type) | 960 voies téléphoniques occupant la bande de base 60-4 028 kHz; excursion efficace par voie = 200 kHz; la fréquence pilote de continuité (4 715 kHz) donne lieu à une excursion efficace de la porteuse principale de 140 kHz. *D*  200  103  3,76  5,5  4,13  106 Hz *M*  4,028  106 *fp*  4,715  106 (2*M*  2*DK*)  2 *fp* Largeur de bande: 16,32 × 106 Hz = 16,32 MHz | 16M3F8EJF |
| Faisceau hertzien, multiplexage par répartition en fréquence | *Bn*  2*fp* | 600 voies téléphoniques occupant la bande de base 60-2 540 kHz; excursion efficace par voie = 200 kHz; la fréquence pilote de continuité (8 500 kHz) donne lieu à une excursion efficace de la porteuse principale de 140 kHz. *D*  200  103  3,76  4,36  3,28  106 Hz *M*  2,54  106 *K*  1 *fp*  8,5  106 (2*M*  2*DK*)  2 *fp* Largeur de bande: 17 × 106 Hz = 17 MHz | 17M0F8EJF |
| Radiodiffusion sonore stéréophonique avec sous‑porteuse subsidiaire de téléphonie multiplexée | *Bn*  2*M*  2*DK* *K*  1 (valeur type) | Système à fréquence pilote *M*  75 000 *D*  75 000 Hz Largeur de bande: 300 000 Hz = 300 kHz | 300KF8EHF |

|  |  |
| --- | --- |
| III-B. FACTEURS DE MULTIPLICATION À UTILISER POUR CALCULER *D*, EXCURSION DE FRÉQUENCE DE CRÊTE, DANS LES ÉMISSIONS MULTIVOIES À MODULATION DE FRÉQUENCE ET MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE (MF-MRF) | |
| Pour les systèmes MF-MRF, la largeur de bande nécessaire est:  *Bn*  2*M*  2*DK*  On calcule la valeur de *D*, ou excursion de fréquence de crête dans les formules pour *Bn* en multipliant la valeur efficace d'excursion par voie par le «facteur multiplicatif» approprié indiqué ci-dessous.  Dans le cas où une onde pilote de continuité de fréquence *fp* est présente au-dessus de la fréquence maximale de modulation *M*, la formule générale prend la forme suivante:  *Bn*  2*fp*  2*DK*  Dans le cas où l'indice de modulation de la porteuse principale produit par l'onde pilote est inférieur à 0,25 et où la valeur efficace de l'excursion de fréquence de la porteuse principale produite par l'onde pilote est inférieure ou égale à 70% de la valeur efficace de l'excursion par voie, la formule générale prend celle des deux formes ci-après qui donne la valeur la plus grande:  *Bn* = 2*fp* ou *Bn* = 2*M*  2*DK* | |
|  | Facteur multiplicatif (1) |
| Nombre de voies téléphoniques *Nc* |  |
| 3  *Nc*  12 |  |
| 12  *Nc*  60 |  |
|  | Facteur multiplicatif (2) |
| Nombre de voies téléphoniques *Nc* |  |
| 60  *Nc*  240 |  |
| *Nc*  240 |  |
| (1) Dans ce tableau, les facteurs multiplicatifs 3,76 et 4,47 correspondent respectivement à des facteurs de crête de 11,5 et 13,0 dB.  (2) Dans ce tableau, le facteur multiplicatif 3,76 correspond à un facteur de crête de 11,5 dB. | |

| Description de l'émission | Largeur de bande nécessaire | | Désignation de l'émission |
| --- | --- | --- | --- |
| Formule | Exemple de calcul |
| IV. MODULATION PAR IMPULSIONS | | | |
| 1. Radar | | | |
| Émission d'impulsions non modulées | *K* dépend du rapport entre la durée de l'impulsion et le temps de montée de l'impulsion. Sa valeur se situe généralement entre 1 et 10 et, dans de nombreux cas, sa valeur n'a pas besoin de dépasser 6 | Radar primaire Pouvoir séparateur en distance  150 m *K*  1,5 (impulsion triangulaire où *t* ~ *tr*, seules les composantes les plus fortes jusqu'à 27 dB étant prises en considération)  D'où:       1  10–6 s  Largeur de bande: 3  106 Hz  3 MHz | 3M00P0NAN |
| 2. Émissions composites | | | |
| Faisceau hertzien | *K*  1,6 | Impulsions modulées en position par une bande de base de 36 voies téléphoniques; durée de l'impulsion à mi-amplitude  0,4 s Largeur de bande: 8  106 Hz  8 MHz (Largeur de bande indépendante du nombre de voies téléphoniques) | 8M00M7EJT |
| 3. Fréquences étalon et signaux horaires  3.1 Haute fréquence (salves de tonalité) | | | |
| Impulsions utilisées pour la mesure d'intervalles | *Bn* = 2*/tr* | *tr* = 1 ms  Largeur de bande: 2 000 Hz = 2 kHz | 2K00K2XAN |
| 3.2 Basse fréquence (code temporel) | | | |
| Partie principale du code temporel utilisée pour la mesure de la phase | *Bn* = 2*/tr* | *tr* = 1 ms  Largeur de bande = 2 000 Hz = 2 kHz | 2K00K2XAN |
| V. DIVERS | | | |
| Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (MROF) ou MROF codé (MROFC) | *Bn* = *Ns*∙*K* | 53 sous-porteuses actives sont utilisées, chacune espacée de 312,5 kHz (*K*= 53 et *Ns* = 312,5 kHz). Les sous-porteuses de données peuvent être modulées MDPB, MDPQ ou MAQ  *Bn* = 312,5 kHz × 53 = 16,6 MHz | 16M6W7D |