

Recommandation

UIT-T G.9964 (12/2023)

SÉRIE G: Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques

Réseaux d'accès – Réseaux intérieurs

**Émetteurs-récepteurs de réseau domestique
filaire unifiés à haut débit – Spécification de la
densité spectrale de puissance**

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G

Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES OPTIQUES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES NUMÉRIQUES	G.600–G.699
ÉQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION MULTIMÉDIA – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999
Réseaux d'accès métalliques	G.9700–G.9799
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.9800–G.9899
Réseaux intérieurs	G.9900–G.9999

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

Recommandation UIT-T G.9964

Émetteurs-récepteurs de réseau domestique filaires unifiés à haut débit – Spécification de la densité spectrale de puissance

Résumé

La Recommandation UIT-T G.9964 indique les paramètres de commande permettant de déterminer le contenu spectral, les spécifications du gabarit de densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*), un ensemble d'outils servant à réduire le niveau de densité PSD en émission, des moyens permettant de mesurer cette densité PSD dans le cas d'une transmission par câble téléphonique, par ligne électrique ou par câble coaxial, ainsi que la puissance totale d'émission admissible dans une impédance de terminaison donnée. Elle vient compléter les spécifications de l'architecture du système et de la couche physique (PHY) figurant dans la Recommandation UIT T G.9960, les spécifications de la couche de liaison de données (DLL, *data link layer*) figurant dans la Recommandation UIT-T G.9961, ainsi que les modifications et adjonctions aux dites Recommandations décrivant l'émetteur-récepteur de réseau domestique à entrées multiples/sorties multiples (MIMO) et figurant dans la Recommandation UIT-T G.9963.

La présente révision porte sur la Recommandation UIT-T G.9964 (2011) ainsi que sur ses Amendements 1, 2 et 3, et inclut l'adjonction d'un espacement plus étroit entre les sous-porteuses (12,20703125 kHz) pour les scénarios dans lesquels le canal est très étroit (par exemple dans le cas des courants porteurs en ligne pour les applications des réseaux électriques).

Historique*

Édition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique
1.0	UIT-T G.9964	16-12-2011	15	11.1002/1000/11406
1.1	UIT-T G.9964 (2011) Amd. 1	26-02-2016	15	11.1002/1000/12579
1.2	UIT-T G.9964 (2011) Amd. 2	30-09-2016	15	11.1002/1000/12843
1.3	UIT-T G.9964 (2011) Amd. 3	07-02-2020	15	11.1002/1000/14029
2.0	UIT-T G.9964	01-12-2023	15	11.1002/1000/15593

Mots clés

Câble coaxial, G.hn, émetteur-récepteur de réseau domestique, densité spectrale de puissance (PSD), communication par courant porteur en ligne (PLC), paire torsadée.

* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <https://handle.itu.int/> dans votre navigateur web, suivi de l'identifiant unique.

AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

À la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets ou par des droits d'auteur afférents à des logiciels, et dont l'acquisition pourrait être requise pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter les bases de données appropriées de l'UIT-T disponibles sur le site web de l'UIT-T à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2024

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.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références..... 1
3	Définitions 2
3.1	Termes définis ailleurs 2
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation 3
4	Abréviations et acronymes 3
5	Gabarit de densité spectrale de puissance en émission..... 3
5.1	Masquage de sous-porteuse 4
5.2	Conformation de densité spectrale de puissance 5
5.3	Élimination des bandes radioamateur internationales 6
5.4	Plafonnement de densité spectrale de puissance 6
5.5	Élimination des bandes de fréquences sur une ligne d'abonné numérique à très haute vitesse 2..... 6
6	Spécifications du contenu spectral en fonction du support 6
6.1	Spécifications du contenu spectral pour les lignes téléphoniques..... 6
6.2	Spécifications du contenu spectral pour les lignes électriques..... 10
6.3	Spécifications du contenu spectral pour les câbles coaxiaux 13
6.4	Impédance de terminaison 18
6.5	Puissance totale d'émission 18
6.6	Impédance d'entrée du récepteur 19
Annexe A 20
Annexe B.....	21
Annexe C.....	22
Annexe D – Bandes radioamateur internationales.....	23
Annexe E – Incidences de la Recommandation UIT-T G.9960 sur le service de ligne d'abonné numérique à très haute vitesse 2.....	24
Appendice I – Bandes de fréquences radioélectriques additionnelles.....	25
Bibliographie.....	27

Recommandation UIT-T G.9964

Émetteurs-récepteurs de réseau domestique filaires unifiés à haut débit – Spécification de la densité spectrale de puissance

1 Domaine d'application

La présente Recommandation indique les paramètres de commande permettant de déterminer le contenu spectral, les spécifications du gabarit de densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*), un ensemble d'outils servant à réduire le niveau de densité PSD en émission, des moyens permettant de mesurer cette densité PSD dans le cas d'une transmission par câble téléphonique, par ligne électrique ou par câble coaxial, ainsi que la puissance totale d'émission admissible dans une impédance de terminaison donnée. Elle vient compléter les spécifications de l'architecture du système et de la couche physique (PHY) figurant dans [UIT-T G.9960], les spécifications de la couche de liaison de données (DLL, *data link layer*) figurant dans [UIT T G.9961], ainsi que les modifications et adjonctions auxdites Recommandations décrivant l'émetteur-récepteur de réseau domestique à entrées multiples/sorties multiples (MIMO) et figurant dans [UIT-T G.9963].

La présente Recommandation prend en charge:

- un profil pour les câbles coaxiaux dans une bande de base de 200 MHz;
- le contenu spectral pour une bande de fréquences opérationnelle (OFB, *operational frequency band*) de 200 MHz pour les lignes téléphoniques;
- une largeur de bande étendue sur des supports de type câbles coaxiaux et lignes téléphoniques;
- un espacement additionnel entre les sous-porteuses de 12,20703125 kHz pour les canaux à bande étroite.

Pour le gabarit limite de densité PSD (LPM, *limit PSD mask*) du profil 2 sur les lignes téléphoniques, dans le cas où la transmission n'est pas limitée aux réseaux présentant une protection accrue, par exemple ceux dont les câbles sont blindés ou enfouis sous terre, la conformité des équipements à la présente Recommandation ne garantit pas nécessairement la conformité aux réglementations particulières nationales ou régionales relatives à la compatibilité électromagnétique lorsque les installations sont mises en service.

2 Références

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions de la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes les Recommandations et autres références étant sujettes à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des Recommandations et autres références énumérées ci-dessous. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

[UIT-T G.9960] Recommandation UIT-T G.9960 (2023), *Émetteurs-récepteurs unifiés de réseau domestique en câble à haute vitesse – Spécifications de l'architecture du système et de la couche physique.*

[UIT-T G.9961] Recommandation UIT-T G.9961 (2023), *Émetteurs-récepteurs de réseau domestique filaires unifiés à haut débit – Spécification de la couche liaison de données.*

[UIT-T G.9963] Recommandation UIT-T G.9963 (2023), *Émetteurs-récepteurs de réseau domestique filaires unifiés à haut débit – Entrées multiples/sorties multiples*.

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

3.1.1 bande de base [UIT-T G.9960]: une bande de fréquences définie par une fréquence transposée vers le haut $F_{UC} = 0$ et par une fréquence décalée vers le haut $F_{US} = F_{SC} \times N/2$ (voir le Tableau 7-67 de [UIT-T G.9960]).

3.1.2 domaine [UIT-T G.9960]: une partie d'un réseau domestique UIT-T G.9960 comportant le maître du domaine et tous les nœuds qui sont enregistrés auprès de lui. Dans le cadre de la présente Recommandation, l'emploi du terme "domaine" sans qualificatif veut dire "domaine UIT-T G.9960", tandis que l'emploi du terme "domaine étranger" veut dire "domaine non-UIT-T G.9960". Des qualificatifs supplémentaires (par exemple "sur ligne électrique") peuvent être ajoutés soit au "domaine" soit au "domaine étranger".

3.1.3 maître de domaine (DM, *domain master*) [UIT-T G.9960]: un nœud assurant la fonctionnalité du maître de domaine qui gère (coordonne) tous les autres nœuds de son domaine (à savoir, qui attribue des largeurs de bande et gère les priorités). Seul un maître de domaine actif est admis dans un domaine et tous les nœuds dans un domaine sont gérés (coordonnés) par un seul maître de domaine. Lorsqu'un maître de domaine échoue, un autre nœud du même domaine, capable de fonctionner comme maître de domaine, doit prendre le relais.

3.1.4 réseau domestique [UIT-T G.9960]: deux ou plusieurs nœuds qui peuvent communiquer entre eux soit directement, soit par l'intermédiaire d'un nœud relais au niveau de la couche physique, soit par un pont inter-domaines au-dessus de la couche physique. Un réseau domestique comporte un ou plusieurs domaines. Dans le cadre de la présente Recommandation, l'emploi du terme "réseau domestique" veut dire "réseau domestique UIT-T G.9960". L'emploi du terme "réseau domestique étranger" veut dire "réseau domestique non-UIT-T G.9960". L'emploi du terme "réseau" sans qualificatif veut dire toute combinaison d'un "réseau domestique UIT-T G.9960", d'un "réseau domestique non-UIT-T G.9960" et d'un "réseau d'accès". L'emploi du terme "réseau étranger" veut dire toute combinaison d'un "réseau domestique non-UIT-T G.9960" et d'un "réseau d'accès".

3.1.5 support [UIT-T G.9960]: une installation filaire, d'une classe à câble unique, permettant la connexion physique entre les nœuds. Les nœuds reliés au même support peuvent communiquer sur la couche physique et peuvent interférer les uns avec les autres à moins qu'ils n'emploient des signaux orthogonaux (par exemple, de bandes de fréquences différentes, de périodes de temps différentes).

3.1.6 nœud [UIT-T G.9960]: tout dispositif de réseau qui contient un émetteur-récepteur UIT-T G.9960. Dans le cadre de la présente Recommandation, l'emploi du terme "nœud" sans qualificatif veut dire "nœud UIT-T G.9960" et l'emploi du terme "nœud étranger" veut dire "nœud non-UIT-T G.9960". Des qualificatifs supplémentaires (par exemple "relais") peuvent être ajoutés soit à "nœud" soit à "nœud étranger".

3.1.7 profil de bande de fréquences opérationnelle (OFB) [UIT-T G.9960]: classification des OFB en fonction du format de trame PHY qu'elles utilisent. Les OFB du profil 1 utilisent un format de trame PHY normal pour la transmission des trames; les OFB du profil 2 utilisent un format de trame PHY à en-tête de grande capacité (HCH) pour la transmission des trames.

3.1.8 bande de fréquences opérationnelle (OFB) [UIT-T G.9960]: gamme de fréquences qu'un nœud est autorisé à utiliser pour communiquer avec un autre nœud du domaine.

3.1.9 fréquence radioélectrique (RF, *radio frequency*) [UIT-T G.9960]: une bande de fréquences définie par une fréquence transposée vers le haut $F_{UC} > 0$ et par une fréquence centrale $F_C = F_{UC} + F_{US} \gg F_{SC} \times N/2$ (voir les Tableaux 7-67 et 7-68 de [UIT-T G.9960]).

3.1.10 sous-porteuse (sous-porteuse OFDM) [UIT-T G.9960]: la fréquence centrale de chacun des sous-canaux à multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM) sur lequel les bits peuvent être modulés pour y être émis.

3.1.11 sous-canal (sous-canal OFDM) [UIT-T G.9960]: un élément fondamental de la technologie de modulation à multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM). Le modulateur OFDM scinde la largeur de bande en un ensemble de sous-canaux parallèles.

3.12 classe filaire [UIT-T G.9960]: l'une des classes de câbles ayant les mêmes caractéristiques générales: câble coaxial, ligne électrique domestique, câble téléphonique et câble de la catégorie 5.

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

Aucun.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

CB	bande de base de câble coaxial (<i>coax baseband</i>)
CRF	fréquence radioélectrique de câble coaxial (<i>coax radio frequency</i>)
DM	maître de domaine (<i>domain master</i>)
EMC	compatibilité électromagnétique (<i>electromagnetic compatibility</i>)
LPM	gabarit limite de densité PSD (<i>limit PSD mask</i>)
OFB	bande de fréquences opérationnelle (<i>operational frequency band</i>)
OFDM	multiplexage par répartition en fréquences orthogonales (<i>orthogonal frequency division multiplexing</i>)
PB	bande de base de ligne électrique (<i>powerline baseband</i>)
PHY	couche physique (<i>physical layer</i>)
PSD	densité spectrale de puissance (<i>power spectral density</i>)
PSDC	plafonnement de la PSD (<i>PSD ceiling</i>)
PSM	gabarit de conformation de densité PSD (<i>PSD shaping mask</i>)
QoS	qualité de service (<i>quality of service</i>)
RF	fréquence radioélectrique (<i>radio frequency</i>)
RMS	valeur quadratique moyenne (<i>root mean square</i>)
RPM	gabarit régional de densité PSD (<i>regional PSD mask</i>)
SM	gabarit de sous-porteuse (<i>subcarrier mask</i>)

5 Gabarit de densité spectrale de puissance en émission

Le gabarit de densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*) en émission (TxPSD, *transmit PSD mask*) est déterminé par un gabarit de sous-porteuse (SM, *subcarrier mask*), un gabarit de conformation de densité PSD (PSM, *PSD shaping mask*), une élimination des bandes radioamateur

internationales définie dans le présent paragraphe, le gabarit limite de densité PSD (LPM, *limit PSD mask*) défini pour chaque support particulier et un gabarit régional de densité PSD (RPM, *regional PSD mask*) au cas où celui-ci est spécifié dans une annexe régionale (voir [UIT-T G.9960]). Le même gabarit TxPSD doit s'appliquer à tous les nœuds du domaine.

Pour un émetteur-récepteur UIT-T G.9960, la densité PSD du signal émis à une quelconque fréquence ne doit jamais dépasser le gabarit de densité PSD en émission. Pour un émetteur-récepteur UIT-T G.9963, la somme des densités PSD des deux signaux émis à partir des deux ports d'émission à une quelconque fréquence ne doit jamais dépasser le gabarit TxPSD. Le niveau de densité PSD du signal émis peut encore être réduit par un plafonnement de densité PSD (PSDC, *PSD ceiling*), qui est appliqué à tous les nœuds intervenant dans une connexion particulière (§ 5.4).

Le gabarit LPM (voir les § 6.1.2, 6.2.2 et 6.3.2) indique la limite absolue de densité PSD en émission. Toutefois, si un gabarit RPM est indiqué pour une région particulière, la limite absolue doit, à une quelconque fréquence donnée, se situer au niveau minimum entre les gabarits LPM et RPM. Le gabarit SM, le plafonnement PSDC et le gabarit PSM peuvent réduire encore et conformer la densité PSD en émission au moyen des trois mécanismes suivants: masquage de la sous-porteuse (élimination), plafonnement de la densité PSD (limite du niveau de la densité PSD) et conformation de la densité PSD.

Les émetteurs-récepteurs UIT-T G.9960 et UIT-T G.9963 doivent prendre en charge le masquage de la sous-porteuse, l'élimination des bandes radioamateur internationales et le plafonnement PSDC. La prise en charge de la conformation de la densité PSD est facultative.

Le gabarit de densité PSD en émission doit être conforme aux prescriptions réglementaires nationales et régionales.

Le gabarit LPM est fondé sur l'hypothèse selon laquelle les mesures sont effectuées au moyen d'un équipement conforme aux spécifications de la norme [b-IEC CISPR 16-1] où sont employés un détecteur de valeur quadratique moyenne (RMS, *root mean square*) avec une fonction de "maintien de la valeur maximale" et une largeur de bande de résolution de 9 kHz pour les fréquences inférieures à 30 MHz et de 120 kHz pour les fréquences supérieures à 30 MHz. Afin d'être conforme aux spécifications de la norme [b-IEC CISPR 22] et d'effectuer des mesures fiables, les émetteurs-récepteurs UIT-T G.9960 doivent être actifs pendant au moins 10% du temps et maintenir le niveau de puissance d'émission pendant au moins 250 ms.

NOTE – Outre les mécanismes décrits dans le présent paragraphe, qui fournissent des limites absolues pour la densité PSD en émission (tant dans la bande que hors bande), la présente Recommandation définit un mécanisme de plafonnement PSDC qui permet de réduire dynamiquement la puissance d'émission pour chaque connexion particulière jusqu'à une valeur minimale qui est suffisante pour atteindre les objectifs donnés de qualité de service (QoS, *quality of service*).

5.1 Masquage de sous-porteuse

Le masquage de sous-porteuse doit être employé pour supprimer l'émission sur une ou plusieurs sous-porteuses. Il est défini par un gabarit de sous-porteuse (SM). La puissance d'émission des sous-porteuses indiquée dans le gabarit SM doit être mise à zéro (échelle linéaire). Le gabarit SM doit supplanter toutes les autres instructions liées à la puissance d'émission de la sous-porteuse.

Le gabarit SM est défini comme un nombre de bandes de fréquences masquées. Chaque bande est indiquée au moyen d'un indice de sous-porteuse de début (x_L) et d'un indice de sous-porteuse de fin (x_H) sous la forme d'une paire $\{x_L, x_H\}$. Un gabarit SM comportant S bandes peut être représenté sous la forme suivante:

$$SM(S) = [\{x_{L1}, x_{H1}\}, \{x_{L2}, x_{H2}\}, \dots, \{x_{LS}, x_{HS}\}]$$

Toutes les sous-porteuses dans la bande, c'est-à-dire dont l'indice est supérieur ou égal à x_L et inférieur ou égal à x_H , doivent être désactivées (puissance d'émission nulle).

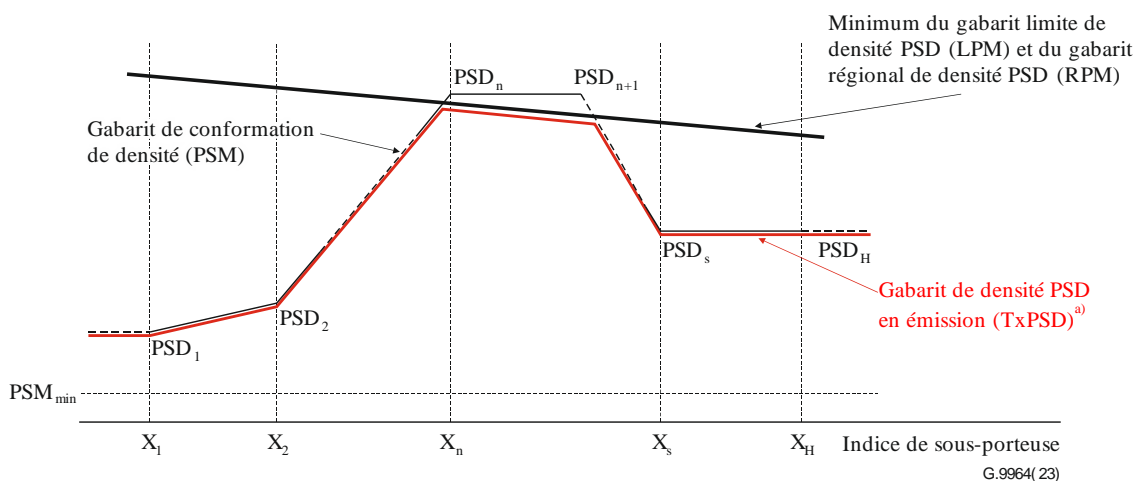
Les bandes radioamateur internationales (voir l'Annexe D) ne font pas partie du gabarit SM. Le nœud doit être en mesure de désactiver une ou plusieurs de ces bandes.

NOTE – Le gabarit SM sert à incorporer les sous-porteuses masquées visées à l'annexe régionale pour se conformer aux règlements locaux et aux sous-porteuses masquées définies par l'utilisateur ou le fournisseur de services en vue de faciliter les pratiques locales de déploiement.

5.2 Conformation de densité spectrale de puissance

La conformation de densité PSD permet de réduire le niveau de densité PSD en émission dans certaines parties du spectre, principalement pour assurer la compatibilité spectrale et la coexistence avec des technologies de réseau domestique étranger. La conformation de densité PSD est spécifiée par un gabarit PSM.

Le gabarit PSM est défini sur une gamme de fréquences comprise entre la sous-porteuse inférieure x_1 et la sous-porteuse supérieure x_H et comporte un ou plusieurs segments de fréquences. Les limites des segments sont définies par un ensemble de points de rupture. Dans chaque segment, la densité PSD peut soit être constante soit être à pente constante entre des points de densité PSD donnée (en dBm/Hz), la fréquence étant exprimée sur une échelle linéaire (Figure 5-1).



^{a)} Le gabarit de sous-porteuse (SM) n'est pas indiqué dans cette figure.

Figure 5-1 – Structure du gabarit de densité PSD en émission

Chacun des points de rupture du gabarit PSM est spécifié au moyen d'un indice de sous-porteuse x_n et d'une valeur de densité PSD_n au niveau de cette sous-porteuse, exprimée en dBm/Hz, sous la forme d'une paire $\{x_n, PSD_n\}$. La densité PSD_1 doit aussi s'appliquer aux sous-porteuses d'indice inférieur à x_1 et la densité PSD_H doit aussi s'appliquer aux sous-porteuses d'indice supérieur à x_H . Un gabarit PSM comportant S segments peut être représenté à l'aide de $(S+1)$ points de rupture sous la forme suivante:

$$PSM(S) = [\{x_1, PSD_1\}, \{x_2, PSD_2\} \dots \{x_s, PSD_s\}, \{x_H, PSD_H\}]$$

Un nœud prenant en charge une conformation de densité PSD doit prendre en charge jusqu'à 32 points de rupture de gabarit PSM.

La valeur maximale des pentes du gabarit PSM doit faire l'objet d'un complément d'étude.

Si un ou plusieurs points de rupture de gabarit PSM sont au-dessus du gabarit LPM ou du gabarit régional de densité PSD (RPM), le gabarit de densité PSD en émission doit être égal à: $TxPSD = \min(PSM, LPM, RPM)$. Toutes les valeurs de densité PSD_n aux points de rupture de gabarit PSM doivent être supérieures à la valeur du gabarit PSM_{min} . La valeur du gabarit PSM_{min} ne doit pas être à plus de 30 dB sous la valeur de crête du gabarit de conformation de densité PSD.

NOTE – Les points de rupture du gabarit PSM n'ont aucun rapport avec les points de rupture du gabarit SM. Le gabarit SM et les bandes radioamateur internationales éliminées supplantent toujours le gabarit PSM, si les mêmes indices sont concernés.

5.3 Élimination des bandes radioamateur internationales

Lorsqu'une bande radioamateur internationale est masquée, les sous-porteuses de fréquence $(F_{AL} - F_{SC}) \leq f \leq (F_{HL} - F_{SC})$, où F_{AL} et F_{HL} sont les fréquences inférieure et supérieure de la bande, comme défini à l'Annexe D, doivent être désactivées (puissance d'émission nulle). En outre, pour tout nœud fonctionnant sur une ligne téléphonique ou une ligne électrique, la densité PSD du signal émis dans toutes les bandes radioamateur internationales qui sont masquées dans un domaine particulier doit être égale à -85 dBm/Hz ou moins.

Les pentes limites de la densité PSD sont à la discrétion du vendeur.

5.4 Plafonnement de densité spectrale de puissance

Le plafonnement PSDC indique le niveau de densité PSD qui est utilisé pour imposer une limite (c'est-à-dire une fonction plafonnement) au signal émis. Il est indépendant de la fréquence et est défini au moyen d'une seule valeur en dBm/Hz. Ses valeurs valables vont de -50 dBm/Hz à -100 dBm/Hz par pas de 2 dB.

Le plafonnement PSDC doit être pris en charge par tous les émetteurs-récepteurs UIT-T G.9960.

5.5 Élimination des bandes de fréquences sur une ligne d'abonné numérique à très haute vitesse 2

Tout nœud fonctionnant sur une ligne téléphonique, sur un câble coaxial ou sur une ligne électrique doit être en mesure de réduire le niveau de densité PSD du signal émis dans une ou plusieurs bandes de fréquences sur une ligne d'abonné numérique à très haute vitesse 2 (VDSL2) jusqu'à des niveaux convenant à une émission fiable des signaux VDSL2, comme défini à l'Annexe E.

6 Spécifications du contenu spectral en fonction du support

6.1 Spécifications du contenu spectral pour les lignes téléphoniques

6.1.1 Paramètres de commande

Dans le Tableau 6-1 sont indiqués les paramètres de commande du multiplexage par répartition en fréquences orthogonales (OFDM, *orthogonal frequency division multiplexing*) valables pour les diverses bandes de fréquences opérationnelles (OFB) définies pour les lignes téléphoniques. Les paramètres sont définis dans [UIT-T G.9960].

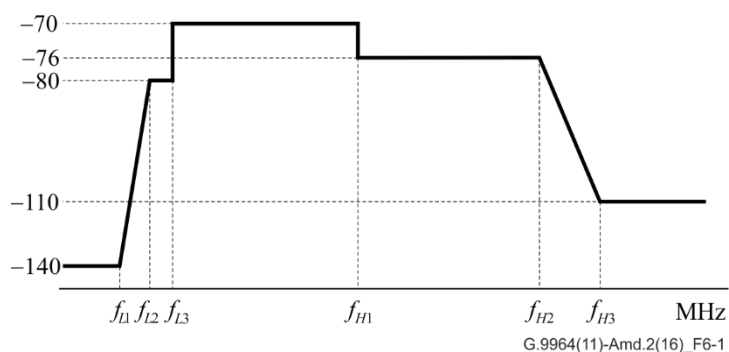
Tableau 6-1 – Paramètres de commande du multiplexage par répartition en fréquences orthogonales pour les lignes téléphonique

Type de domaine	Ligne téléphonique (Note 5)			
Nom de l'OFB	Profil 1			Profile 2 (Note 6)
	50 MHz-TB (Note 2)	100 MHz-TB (Note 3)	200 MHz-TB (Note 4)	
Fréquence opérationnelle minimale	0 MHz	0 MHz	0 MHz	OF_{MIN}
Fréquence opérationnelle maximale	50 MHz	100 MHz	200 MHz	OF_{MAX}
N	1 024	2 048	4 096	$(OF_{MAX} - OF_{MIN})/F_{SC}$
F_{SC}	48,828125 kHz	48,828125kHz	48,828125 kHz	48,828125 kHz
S (Fréquence d'échantillonnage)	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$
N_{GI}	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s
N_{GI-HD}	$N/4 = 256$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 512$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 1 024$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4$ échantillons @ S Méchantillons/s
N_{GI-DF}	$N/4 = 256$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 512$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 1 024$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4$ échantillons @ S Méchantillons/s
β	$N/32 = 32$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 = 64$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 = 128$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32$ échantillons @ S Méchantillons/s
F_{US}	25 MHz	50 MHz	100 MHz	$(OF_{MAX} - OF_{MIN})/2$
F_{UC}	0 MHz	0 MHz	0 MHz	OF_{MIN}
Règle d'indexation de sous-porteuse (Note 1)	Règle N° 1	Règle N° 1	Règle N° 1	Règle N° 1

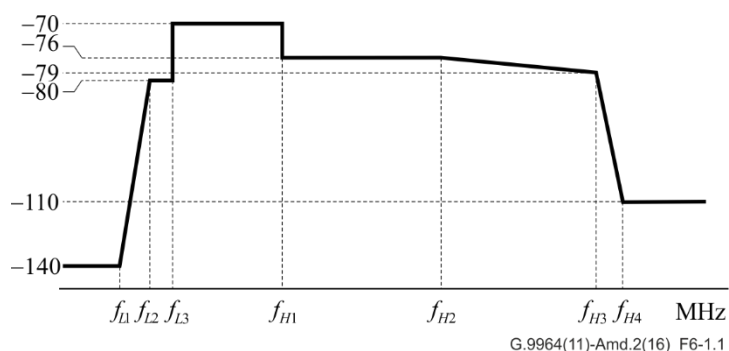
NOTE 1 – Voir le § 7.1.4.1 de [UIT-T G.9960] pour plus de détails sur les règles d'indexation des sous-porteuses.
 NOTE 2 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre 0 et 50 MHz.
 NOTE 3 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre 0 et 100 MHz.
 NOTE 4 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre 0 et 200 MHz.
 NOTE 5 – Le profil de la bande de base de la ligne téléphonique est également applicable à tout autre câble à paires métalliques (p. ex. Cat 5).
 NOTE 6 – OF_{MAX} et OF_{MIN} correspondent à la fréquence maximale et à la fréquence minimale susceptibles d'être utilisées pendant une transmission OFB du profil 2. OF_{MAX} et OF_{MIN} doivent être des multiples de 50 MHz.

6.1.2 Spécifications du gabarit de densité spectrale de puissance sur les lignes téléphoniques

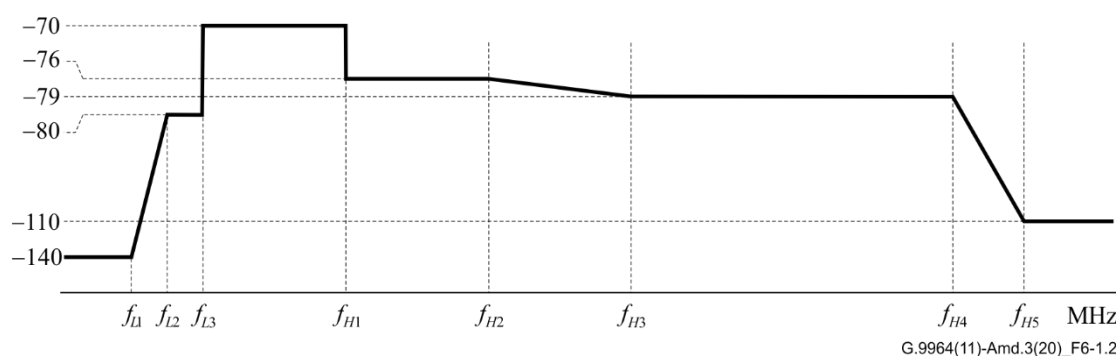
Le gabarit LPM pour l'exploitation sur les lignes téléphoniques (OFB 50 MHz-TB, 100 MHz-TB et 200 MHz-TB) doit être tel qu'il est présenté dans la Figure 6-1 pour les OFB 50 MHz-TB et 100 MHz-TB, ainsi qu'il ressort dans la Figure 6-1.1 pour l'OFB 200 MHz-TB et dans la Figure 6-1.2 pour les OFB du profil 2, les valeurs des fréquences f_L - f_H étant celles qui sont indiquées dans les Tableaux 6-2 et 6-3.



**Figure 6-1 – Gabarit LPM pour l'émission sur les lignes téléphoniques
(les bandes radioamateur éliminées ne sont pas représentées)**



**Figure 6-1.1 – Gabarit LPM pour l'émission sur les lignes téléphoniques
(les bandes radioamateur éliminées ne sont pas représentées)**



**Figure 6-1.2 – Gabarit LPM pour l'émission sur les lignes téléphoniques
(les bandes radioamateur éliminées ne sont pas représentées)**

Les valeurs des paramètres du spectre de fréquences pour les OFB 50 MHz-TB, 100 MHz-TB et 200 MHz TB ainsi que pour les OFB du profil 2, sont présentées dans les Tableaux 6-2, 6-3, 6-3.1 et 6-3.2, respectivement. Les points intermédiaires entre ceux qui sont définis dans les Figures 6-1, 6-1.1 et 6-1.2 sont obtenus au moyen d'une interpolation linéaire (en dB sur une échelle de fréquences linéaire).

Tableau 6-2 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 50 MHz-TB

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz)	Note/description
f_{L1}	1,7	-140	Assure la protection de l'ADSL sans séparateur
f_{L2}	3,5	-80	Coïncide avec la bande radioamateur
f_{L3}	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	30	-76	
f_{H2}	50		
f_{H3}	60	-110	

NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H2} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

Tableau 6-3 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 100 MHz-TB

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz)	Note/description
f_{L1}	1,7	-140	Assure la protection de l'ADSL sans séparateur
f_{L2}	3,5	-80	Coïncide avec la bande radioamateur
f_{L3}	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	30	-76	
f_{H2}	100		
f_{H3}	120	-110	

NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H2} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

Tableau 6-3.1 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 200 MHz-TB

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD, dBm/Hz	Note/description
f_{L1}	1,7	-140	Assure la protection de l'ADSL sans séparateur
f_{L2}	3,5	-80	Coïncide avec la bande radioamateur
f_{L3}	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	30	-76	
f_{H2}	100		
f_{H3}	200	-79	
f_{H4}	240	-110	

NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H2} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

Tableau 6-3.2 – Paramètres du gabarit LPM pour les OFB du profil 2

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD, dBm/Hz	Note/description
f_{L1}	1,7	-140	Assure la protection de l'ADSL sans séparateur
f_{L2}	3,5	-80	Coïncide avec la bande radioamateur
f_{L3}	4,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$4,0 + \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-70	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	30	-76	
f_{H2}	100		
f_{H3}	200	-79	
f_{H4}	400	-79	
f_{H5}	480	-110	
NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H2} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour la transmission (de données ou d'informations auxiliaires).			

NOTE 1 – Lorsqu'une conformation supplémentaire du spectre est employée, comme décrit au § 5.2 (par exemple pour assurer la compatibilité du spectre, pour être conforme à la limite de puissance à large bande, ou pour d'autres motifs), diverses parties du gabarit de densité PSD pourraient être réduites en désactivant des sous-porteuses ou en réduisant le niveau de leur puissance d'émission. D'autres fréquences peuvent être éliminées si besoin est.

NOTE 2 – La mise en place de la ligne VDSL2 se fait habituellement en utilisant un séparateur de services ([b-UIT-T G.993.2] n'encourage pas les installations VDSL2 sans séparateur). Cela permet l'emploi du spectre UIT-T G.9960 vers le bas jusqu'à f_{L3} . Lorsque la ligne VDSL2 est employée sans séparateur, la basse fréquence du spectre UIT-T G.9960 doit être remontée et fixée de manière à être au-dessus de la sous-porteuse supérieure en aval de la ligne VDSL2.

Voir le § 7.2.1 de [UIT-T G.9960] pour d'autres spécifications au niveau de la couche physique concernant l'exploitation sur des lignes téléphoniques.

6.1.3 Sous-porteuses masquées de façon permanente

Les sous-porteuses 0-72 (incluse) doivent être masquées de façon permanente sur les lignes téléphoniques. Elles ne doivent pas être employées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

6.2 Spécifications du contenu spectral pour les lignes électriques

6.2.1 Paramètres de commande

Dans le Tableau 6-4 sont indiqués les paramètres de commande de multiplexage OFDM valables pour les diverses OFB définies pour les lignes électriques. Ces paramètres sont définis dans [UIT-T G.9960].

**Tableau 6-4 – Paramètres de commande de multiplexage OFDM
pour les lignes électriques**

Type de domaine	Bande de base de la ligne électrique (PB)		
Nom de l'OFB	Profil 1		
	25 MHz – PB (Note 3)	50 MHz – PB (Note 3)	100 MHz – PB (Note 3)
N	1 024	2 048	4 096
k_{SS}	0,5 ou 1 (Note 4)	0,5 ou 1 (Note 4)	0,5 ou 1 (Note 4)
F_{SC}	$k_{SS} * 24,4140625$ kHz	$k_{SS} * 24,4140625$ kHz	$k_{SS} * 24,4140625$ kHz
N_{GI}	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ 25 Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ 50 Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ 100 Méchantillons/s
N_{GI-HD}	$N/4 = 256$ échantillons @ 25 Méchantillons/s	$N/4 = 512$ échantillons @ 50 Méchantillons/s	$N/4 = 1 024$ échantillons @ 100 Méchantillons/s
N_{GI-DF}	$N/4 = 256$ échantillons @ 25 Méchantillons/s	$N/4 = 512$ échantillons @ 50 Méchantillons/s	$N/4 = 1 024$ échantillons @ 100 Méchantillons/s
β	$N/8 = 128$ échantillons @ 25 Méchantillons/s	$N/8 = 256$ échantillons @ 50 Méchantillons/s	$N/8 = 512$ échantillons @ 100 Méchantillons/s
F_{US}	$k_{SS} * 12,5$ MHz	$k_{SS} * 25$ MHz	$k_{SS} * 50$ MHz
F_{UC}	0 MHz	0 MHz	0 MHz
Règle d'indexation de sous-porteuse (Note 1)	Règle N° 1	Règle N° 1	Règle N° 1

NOTE 1 – Voir le § 7.1.4.1 dans [UIT-T G.9960] pour plus de détails sur les règles d'indexation des sous-porteuses.

NOTE 2 – Les OFB de 25 MHz, 50 MHz et 100 MHz peuvent être employés par les nœuds fonctionnant dans le même domaine de bande de base de la ligne électrique.

NOTE 3 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre 0 et $2 \times F_{US}$ MHz.

NOTE 4 – Un facteur k_{ss} d'espacement entre les sous-porteuses de 0,5 est défini pour les scénarios dans lesquels le canal est très étroit (par exemple dans le cas des courants porteurs en ligne pour les applications des réseaux électriques).

6.2.2 Spécifications du gabarit de densité spectrale de puissance sur les lignes électriques

Les gabarits LPM de la bande de base pour l'exploitation sur les lignes électriques doivent être tels qu'ils sont présentés dans la Figure 6-2 pour 25 MHz-PB, 50 MHz-PB et 100 MHz-PB, les valeurs des fréquences $f_L - f_H$ étant celles qui sont indiquées dans le Tableau 6-5.

NOTE 1 – Les niveaux de densité PSD peuvent encore être réduits par les prescriptions réglementaires relatives à la compatibilité électromagnétique (EMC, *electromagnetic compatibility*).

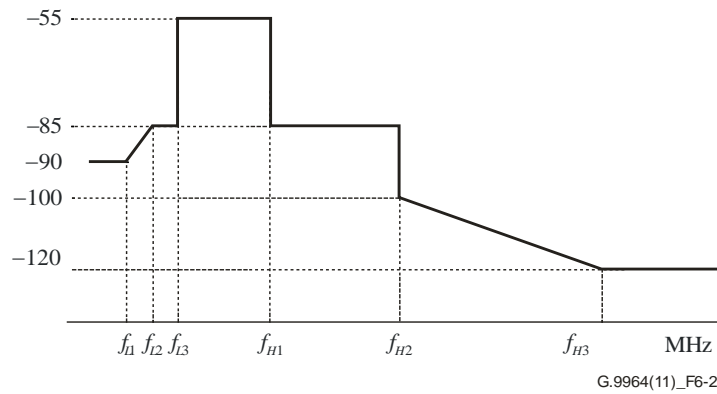


Figure 6-2 – Gabarit LPM pour l'émission sur les lignes électriques pour les OFB 25 MHz-PB, 50 MHz-PB et 100 MHz-PB (les bandes radioamateur éliminées ne sont pas représentées)

Les valeurs des paramètres du spectre de fréquences pour 25 MHz-PB, 50 MHz-PB et 100 MHz-PB sont présentées dans le Tableau 6-5. Les points intermédiaires entre ceux qui sont définis dans la Figure 6-2 sont obtenus au moyen d'une interpolation linéaire (en dB sur une échelle de fréquences linéaire).

Tableau 6-5 – Paramètres du gabarit LPM pour les OFB 25 MHz-PB, 50 MHz-PB, et 100 MHz-PB

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz)	Note/description
f_{L1}	1,1	-90	La réduction supplémentaire sous 1.1 MHz vise à réduire la diaphonie dans l'ADSL
f_{L2}	1,8	-85	Coïncide avec la bande radioamateur
f_{L3}	2,0		
$f_{L3} + \Delta F$	$2,0 + \Delta F$	-55	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H1} - \Delta F$	$30 - \Delta F$	-55	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	30	-85	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H2} - \Delta F$	$100 - \Delta F$		
f_{H2}	100	-100	
f_{H3}	250	-120	

NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H2} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

NOTE 2 – Lorsqu'une conformation supplémentaire du spectre est employée, comme décrit au § 5.2 (par exemple pour assurer la compatibilité du spectre avec la ligne VSDL2 ou pour être conforme à la limite de puissance à large bande), diverses parties de ce gabarit de densité PSD pourraient être réduites en désactivant des sous-porteuses ou en réduisant le niveau de leur puissance d'émission. D'autres fréquences peuvent être éliminées si besoin est.

Les sous-porteuses de fréquences $(80 \text{ MHz} - F_{sc}) \leq f \leq (100 \text{ MHz} + F_{sc})$ doivent être masquées (puissance d'émission nulle) au moyen du gabarit SM à moins que l'usage de cette bande est admis par la réglementation régionale.

Voir le § 7.2.2 de [UIT-T G.9960] pour d'autres spécifications au niveau de la couche physique concernant l'exploitation sur des lignes électriques.

6.2.3 Sous-porteuses masquées de façon permanente

Pour les émissions dans la bande de base, les sous-porteuses 0-74 (incluse) doivent être masquées de façon permanente sur les lignes électriques. Elles ne doivent pas être employées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

6.3 Spécifications du contenu spectral pour les câbles coaxiaux

6.3.1 Paramètres de commande

Dans le Tableau 6-6 sont indiqués les paramètres de commande de multiplexage OFDM valables pour les diverses OFB définies pour les câbles coaxiaux. Ces paramètres sont définis dans [UIT-T G.9960].

Tableau 6-6 – Paramètres de commande de multiplexage OFDM pour les câbles coaxiaux

Type de domaine	Bande de base du câble coaxial (CB) (Note 2)			Câble coaxial	Fréquence radioélectrique du câble coaxial (CRF) (Note 2)	
Nom de l'OFB	OFB du profil 1			OFB du profil 2 (Note 10)	OFB du profil 1	
	50 MHz-CB (Note 4)	100 MHz-CB (Note 5)	200 MHz-CB (Note 9)		50 MHz-CRF (Note 6)	100 MHz-CRF (Note 7)
Fréquence opérationnelle minimale	0 MHz	0 MHz	0 MHz	OF _{MIN}	0 MHz	0 MHz
Fréquence opérationnelle maximale	50 MHz	100 MHz	200 MHz	OF _{MAX}	50 MHz	100 MHz
F_{SC}	195,3125 kHz	195,3125 kHz	195,3125 kHz	48,828125 kHz	195,3125 kHz	195,3125 kHz
S (Fréquence d'échantillonnage)	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$	$N \times F_{SC}$
N_{GI}	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 \times k$ pour $k = 1, \dots, 8$ échantillons @ S Méchantillons/s
N_{GI-HD}	$N/4 = 64$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 128$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 256$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 64$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 128$ échantillons @ S Méchantillons/s
N_{GI-DF}	$N/4 = 64$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 128$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 256$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 64$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/4 = 128$ échantillons @ S Méchantillons/s
β	$N/32 = 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 = 16$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 = 32$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 = 8$ échantillons @ S Méchantillons/s	$N/32 = 16$ échantillons @ S Méchantillons/s
F_{US}	25 MHz	50 MHz	100 MHz	$(OF_{MAX} - OF_{MIN})/2$	25 MHz	50 MHz
F_{UC}	0 MHz	0 MHz	0 MHz	OF _{MIN}	X (Note 3)	Y (Note 3)
Règle d'indexation de sous-porteuse (Note 1)	Règle N° 1	Règle N° 1	Règle N° 1	Règle N° 1	Règle N° 1 si $X = Y$, ou règle N° 2 si $X + 25 \text{ MHz} = Y + 50 \text{ MHz}$ (Note 8)	Règle N° 1 si $X = Y$, ou règle N° 2 si $X + 25 \text{ MHz} = Y + 50 \text{ MHz}$ (Note 8)

NOTE 1 – Voir le § 7.1.4.1 dans [UIT-T G.9960] pour plus de détails sur les règles d'indexation des sous-porteuses.

Tableau 6-6 – Paramètres de commande de multiplexage OFDM pour les câbles coaxiaux

Type de domaine	Bande de base du câble coaxial (CB) (Note 2)			Câble coaxial	Fréquence radioélectrique du câble coaxial (CRF) (Note 2)	
Nom de l'OFB	OFB du profil 1			OFB du profil 2 (Note 10)	OFB du profil 1	
	50 MHz-CB (Note 4)	100 MHz-CB (Note 5)	200 MHz-CB (Note 9)		50 MHz-CRF (Note 6)	100 MHz-CRF (Note 7)
<p>NOTE 2 – Les OFB de 50 MHz, 100 MHz et 200 MHz peuvent être employées par des nœuds fonctionnant dans le même domaine de bande de base du câble coaxial. Les mêmes principes s'appliquent aux OFB de 50 MHz et 100 MHz définies pour le domaine de fréquence radioélectrique du câble coaxial.</p> <p>NOTE 3 – Les valeurs de F_{UC} doivent être choisies dans l'ensemble des valeurs valables définies dans le Tableau 7-65 de [UIT-T G.9960] et peuvent être soumises aux règles régionales de gestion du spectre.</p> <p>NOTE 4 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre 0 et 50 MHz.</p> <p>NOTE 5 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre 0 et 100 MHz.</p> <p>NOTE 6 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre X MHz et (X + 50) MHz.</p> <p>NOTE 7 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre Y MHz et (Y + 100) MHz.</p> <p>NOTE 8 – La règle d'indexation particulière est indiquée dans chacune des annexes régionales.</p> <p>NOTE 9 – La gamme des fréquences des sous-porteuses est comprise entre 0 et 200 MHz.</p> <p>NOTE 10 – $O_{MAX} - O_{MIN}$ doivent être des multiples de 50 MHz.</p>						

6.3.2 Spécifications du gabarit de densité spectrale de puissance sur les câbles coaxiaux

Le gabarit LPM pour l'exploitation sur les câbles coaxiaux à la fréquence radioélectrique est présenté dans la Figure 6-3, les valeurs des fréquences étant celles qui sont indiquées dans le Tableau 6-7 (OFB 50 MHz-CRF) et dans le Tableau 6-8 (OFB 100 MHz-CRF), et la largeur de bande étant égale à $BW = f_{H1} - f_{L3}$.

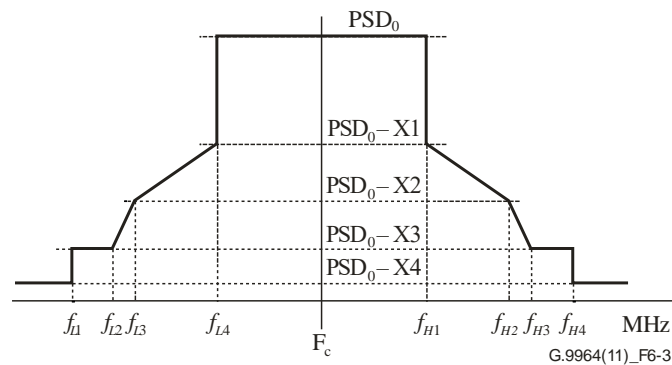


Figure 6-3 – Gabarit LPM d'un canal unique pour l'émission à fréquence radioélectrique sur les câbles coaxiaux

Les valeurs proposées des paramètres du spectre de fréquences pour les câbles coaxiaux sont présentées dans les Tableaux 6-7 et 6-8. On suppose que les points intermédiaires entre ceux qui sont définis dans la Figure 6-3 sont obtenus par interpolation linéaire (en dB sur une échelle de fréquences linéaire).

Tableau 6-7 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 50 MHz-CRF

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz) (Note 1)	Note/description
$F_C - f_{L1}$	75	PSD ₀ – 50	
$F_C - f_{L2}$	50	PSD ₀ – 45	
$F_C - f_{L3}$	35	PSD ₀ – 40	
$F_C - f_{L4}$	25	PSD ₀ – 20	
	$f_{L4} + \Delta F$	PSD ₀	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
F_C	$M \times 25$ MHz	PSD ₀	
	$f_{H1} - \Delta F$	PSD ₀	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H1} - F_C$	25	PSD ₀ – 20	
$f_{H2} - F_C$	35	PSD ₀ – 40	
$f_{H3} - F_C$	50	PSD ₀ – 45	
$f_{H4} - F_C$	75	PSD ₀ – 50	
NOTE 1 – PSD ₀ = –68 dBm/Hz.			
NOTE 2 – Les sous-porteuses au-dessous de $f_{L4} + \Delta F$ et au-dessus de $f_{H1} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).			

Tableau 6-8 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 100 MHz-CRF

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz) (Note 1)	Note/description
$F_C - f_{L1}$	150	PSD ₀ – 50	
$F_C - f_{L2}$	100	PSD ₀ – 45	
$F_C - f_{L3}$	70	PSD ₀ – 40	
$F_C - f_{L4}$	50	PSD ₀ – 20	
	$f_{L4} + \Delta F$	PSD ₀	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
F_C	$M \times 25$ MHz	PSD ₀	
	$f_{H1} - \Delta F$	PSD ₀	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
$f_{H1} - F_C$	50	PSD ₀ – 20	
$f_{H2} - F_C$	70	PSD ₀ – 40	
$f_{H3} - F_C$	100	PSD ₀ – 45	
$f_{H4} - F_C$	150	PSD ₀ – 50	
NOTE 1 – PSD ₀ = –68 dBm/Hz.			
NOTE 2 – Les sous-porteuses au-dessous de $f_{L4} + \Delta F$ et au-dessus de $f_{H1} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).			

NOTE 1 – Lorsqu'une conformation supplémentaire du spectre est employée, comme décrit au § 5.2, le niveau du gabarit de densité PSD en émission pourrait être réduit en des parties pertinentes de ce spectre en désactivant des sous-porteuses ou en réduisant le niveau de leur puissance d'émission.

NOTE 2 – Lorsque plusieurs canaux sont établis sur le même câble coaxial, les écarts appropriés entre les fréquences centrales des canaux devraient être fixés de manière à tenir compte des valeurs pour la densité PSD hors-bande indiquées dans les Tableaux 6-7 et 6-8.

NOTE 3 – Les signaux parasites hors-bande à la sortie d'un nœud fonctionnant sur un câble coaxial à la fréquence radioélectrique sont supposés respecter le gabarit LPM défini dans les Tableaux 6-7 et 6-8. La limite

pour la puissance totale des signaux parasites hors bande doit faire l'objet d'un complément d'étude. Les prescriptions concernant les signaux parasites dans la bande doivent aussi faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – Les spécifications des bandes de garde doivent quant à elles aussi faire l'objet d'un complément d'étude.

Le gabarit LPM pour l'exploitation sur les OFB de câbles coaxiaux du profil 1 (OFB 50 MHz-CB, 100 MHz-CB, 200 MHz-CB) est présenté dans la Figure 6-4, les valeurs des fréquences et les niveaux des densités étant ceux qui sont indiqués dans le Tableau 6-9 (OFB 50 MHz-CB), dans le Tableau 6-10 (OFB 100 MHz-CB) et dans le Tableau 6-10.1 (OFB 200 MHz-CB), et la largeur de bande étant égale à $BW = f_{H1} - f_{L2}$.

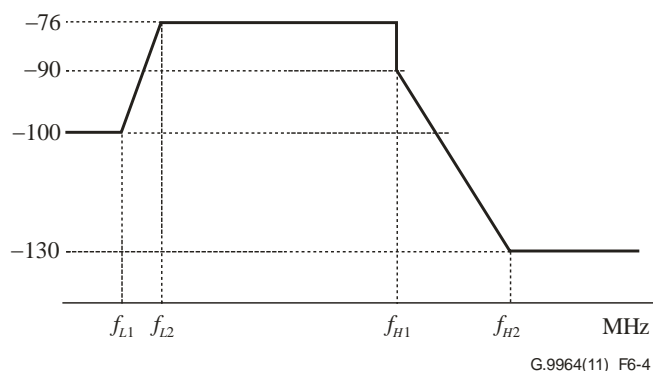


Figure 6-4 – Gabarit LPM pour l'émission dans la bande de base sur un câble coaxial (OFB du profil 1)

Les points intermédiaires entre ceux qui sont définis dans la Figure 6-4 sont obtenus au moyen d'une interpolation linéaire (en dB sur une échelle de fréquences linéaire).

Tableau 6-9 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 50 MHz-CB

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz)	Note/description
f_{L1}	1	-100	
f_{L2}	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$50 - \Delta F$	-76	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	50	-90	
f_{H2}	70	-130	

NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H1} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

Tableau 6-10 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 100 MHz-CB

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz)	Note/description
f_{L1}	1	-100	
f_{L2}	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$100 - \Delta F$	-76	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	100	-90	
f_{H2}	140	-130	

NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H1} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

Tableau 6-10.1 – Paramètres du gabarit LPM pour l'OFB 200 MHz-CB

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz)	Note/description
f_{L1}	1	-100	
f_{L2}	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$200 - \Delta F$	-76	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	200	-90	
f_{H2}	280	-130	

NOTE – Les sous-porteuses au-dessus de $f_{H1} - \Delta F$ ne doivent pas être utilisées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

NOTE 5 – Lorsqu'une conformation supplémentaire du spectre est employée, comme décrit au § 5.2, le niveau du gabarit de densité PSD en émission peut être réduit en des parties pertinentes de ce spectre en désactivant des sous-porteuses ou en réduisant le niveau de leur puissance d'émission.

Voir le § 7.2.3 de [UIT-T G.9960] pour d'autres spécifications au niveau de la couche physique concernant l'exploitation sur des câbles coaxiaux.

Le gabarit LPM pour l'exploitation sur les OFB de câbles coaxiaux du profil 2 est présenté dans la Figure 6-4.1, les fréquences et les niveaux des densités étant indiqués dans le Tableau 6-10.2, pour une largeur de bande $BW = f_{H1} - f_{L2}$.

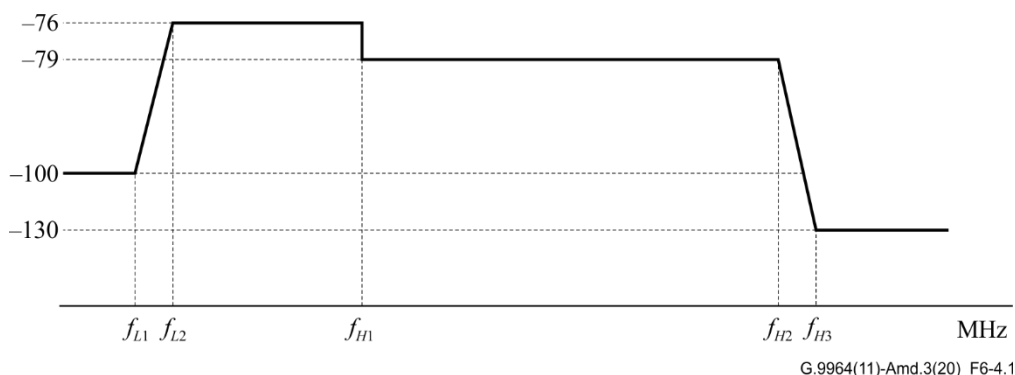


Figure 6-4.1 – Gabarit LPM des câbles coaxiaux (OFB du profil 2)

Les points intermédiaires entre ceux qui sont définis dans la Figure 6-4.1 sont obtenus au moyen d'une interpolation linéaire (en dB sur une échelle de fréquences linéaire).

Tableau 6-10.2 – Paramètres du gabarit LPM sur les câbles coaxiaux pour les OFB du profil 2

Paramètres	Fréquence (MHz)	PSD (dBm/Hz)	Note/description
f_{L1}	1	-100	
f_{L2}	5	-76	
$f_{H1} - \Delta F$	$200 - \Delta F$	-76	ΔF est une valeur positive arbitrairement petite
f_{H1}	200	-79	
f_{H2}	2000	-79	
f_{H3}	2200	-130	

NOTE 6 – Lorsqu'une conformation supplémentaire du spectre est employée, comme indiqué au § 5.2, le niveau du gabarit de densité PSD en émission peut être réduit dans les parties pertinentes de ce spectre en désactivant des sous-porteuses ou en réduisant le niveau de leur puissance d'émission.

Voir le § 7.2.3 de [UIT-T G.9960] pour d'autres spécifications au niveau de la couche physique concernant l'exploitation sur des câbles coaxiaux.

6.3.3 Sous-porteuses masquées de façon permanente

Pour les émissions dans la bande de base, les sous-porteuses 0-10 (incluse) doivent être masquées de façon permanente sur les câbles coaxiaux. Elles ne doivent pas être employées pour l'émission (ni de données ni d'une quelconque information auxiliaire).

6.3.4 Coexistence sur les câbles coaxiaux

Les nœuds sur les câbles coaxiaux doivent avoir des capacités et employer des procédures précises de détection et d'agilité de fréquence pour éviter de perturber les réseaux domestiques étrangers et d'autres services (par exemple les services de communication et de radiodiffusion) fonctionnant sur le même dispositif coaxial. Les détails de ces capacités et procédures seront spécifiés dans une version ultérieure de la présente Recommandation.

6.4 Impédance de terminaison

Les valeurs nominales de l'impédance (charge) de terminaison pour les différents types de supports sont définies dans le Tableau 6-11. L'impédance normalisée de terminaison doit être employée pour la mesure de la densité PSD et de la puissance totale d'émission.

Tableau 6-11 – Impédance normalisée de terminaison

Support	Impédance de terminaison (Ω)
Bande de base de la ligne électrique	100
Ligne téléphonique	100
Bande de base du câble coaxial	75
Fréquence radioélectrique du câble coaxial	75

6.5 Puissance totale d'émission

La puissance totale d'émission de l'émetteur-récepteur ayant une impédance normalisée de terminaison (voir le § 6.4) ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 6-12.

Tableau 6-12 – Limite de la puissance totale d'émission

Support	OFB	Limite de la puissance d'émission (dBm)	Gamme de fréquences de la mesure (MHz)
Ligne électrique dans la bande de base	50 MHz-PB	+20	0,005-100
	100 MHz-PB	+20	0,005-150
Ligne téléphonique	50 MHz-TB	+3	0,005-100
	100 MHz-TB	+4,5	0,005-150
	200 MHz-TB	+6	0,005-250
	Profil 2	$3 + 1,5 \times \text{Log}_2(F/50)$	$OF_{MAX} - OF_{MIN}$
Câble coaxial dans la bande de base	50 MHz-CB	-1	0,005-100
	100 MHz-CB	+2	0,005-150
	200 MHz-CB	+5	0,005-300
	Profil 2	$-1 + 3 \times \text{Log}_2(F/50)$	$OF_{MAX} - OF_{MIN}$
Câble coaxial à la fréquence radioélectrique	50 MHz-RF	+5	$(F_{UC} - 100) - (F_{UC} + 100)$
	100 MHz-RF	+8	$(F_{UC} - 150) - (F_{UC} + 150)$
NOTE – $F = (OF_{MAX} - OF_{MIN})$ (voir les Tableaux 6-1, 6-4 et 6-6).			

6.6 Impédance d'entrée du récepteur

Lorsque, sur une ligne électrique, un dispositif n'émet pas, il doit avoir une impédance minimale de 40 Ω dans la bande de 1,8 à 50 MHz, mesurée entre la borne de ligne (phase) et la borne neutre. Il doit avoir une impédance minimale de 20 Ω dans les gammes de 100 kHz à 1,8 MHz et de 50 MHz à 100 MHz.

Annexe A

(Cette annexe a été intentionnellement laissée en blanc.)

Annexe B

(Cette annexe a été intentionnellement laissée en blanc.)

Annexe C

(Cette annexe a été intentionnellement laissée en blanc.)

Annexe D

Bandes radioamateur internationales

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

**Tableau D.1 – Bandes radioamateur internationales
dans la gamme de fréquence 0-100 MHz**

Début de la bande (kHz)	Fin de la bande (kHz)	SC _{DÉBUT} (Note 1)	SC _{FIN} (Note 1)	SC _{DÉBUT} (Note 2)	SC _{FIN} (Note 2)
1 800	2 000	73	82	36	41
3 500	4 000	143	164	71	82
7 000	7 300	286	300	143	150
10 100	10 150	413	416	206	208
14 000	14 350	573	588	286	294
18 068	18 168	740	745	370	373
21 000	21 450	860	879	430	440
24 890	24 990	1 019	1 024	509	512
28 000	29 700	1 146	1 217	573	609
50 000	54 000	2 047	2 212	1 023	1 106
69 900	70 500	2 863	2 888	1 431	1 444
144 000	148 000	N/A	N/A	2 949	3 032
219 000	225 000	N/A	N/A	4 485	4 619
420 000	450 000	N/A	N/A	8 601	9 217

NOTE 1 – L'indice de la sous-porteuse est fondé sur un espacement de 24,4140625 kHz (toutes les OFB des lignes électriques).

NOTE 2 – L'indice de la sous-porteuse est fondé sur un espacement de 48,828125 kHz (toutes les OFB des lignes téléphoniques) où SC_{DÉBUT} et SC_{FIN} renvoient aux indices de début et de fin des sous-porteuses masquées, respectivement, si les bandes correspondantes sont masquées.

Annexe E

Incidences de la Recommandation UIT-T G.9960 sur le service de ligne d'abonné numérique à très haute vitesse 2

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

Cette annexe définit les moyens de réduire les incidences de [UIT-T G.9960] sur le service de ligne d'abonné numérique à très haute vitesse 2 (VDSL2). Ces moyens varient en fonction du type de support et de la question de savoir si le service partage les mêmes supports filaires que le service VDSL2 ou s'il est acheminé à proximité. Les bandes de fréquences VDSL2 actuelles sur lesquelles les émissions UIT-T G.9960 ont des incidences et les réductions de niveau de densité PSD correspondantes sont aussi propres aux régions et peuvent être configurées par l'intermédiaire d'un système de gestion à distance ou de celui d'un domaine local au moyen de paramètres de configuration définis dans la présente annexe. Les détails doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

Appendice I

Bandes de fréquences radioélectriques additionnelles

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

Le présent appendice énumère des bandes de fréquences radioélectriques additionnelles dans lesquelles une réduction de densité spectrale de puissance (PSD) peut être imposée par la réglementation nationale.

Tableau I.1 – Bandes attribuées à la radiodiffusion internationale

Début de bande (kHz)	Fin de bande (kHz)
2 300	2 498
3 200	3 400
3 900	4 000
4 750	5 060
5 900	6 200
7 200	7 450
9 400	9 900
11 600	12 100
13 570	13 870
15 100	15 800
17 480	17 900
18 900	19 020
21 450	21 850
25 670	26 100

Tableau I.2 – Bandes attribuées au service mobile aéronautique

Début de bande (kHz)	Fin de bande (kHz)
2 850	3 150
3 400	3 500
3 800	3 950
4 650	4 850
5 450	5 730
6 525	6 765
8 815	9 040
10 005	10 100
11 175	11 400
13 200	13 360

Tableau I.2 – Bandes attribuées au service mobile aéronautique

Début de bande (kHz)	Fin de bande (kHz)
15 010	15 100
17 900	18 030
21 924	22 000
23 200	23 350

Tableau I.3 – Bandes attribuées à la radioastronomie

Début de bande (kHz)	Fin de bande (kHz)
13 360	13 410
25 550	25 670

Bibliographie

- [b-UIT-T G.993.2] Recommandation UIT-T G.993.2 (2006), *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique à très grande vitesse 2 (VDSL2)*.
- [b-CEI CISPR 16-1] CEI CISPR 16-1:2010, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*.
- [b-CEI CISPR 22] CEI CISPR 22:2008, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation et mesures et tests associés
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Équipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication