



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.993.1

Amendement 1
(03/2003)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Sections numériques et systèmes de lignes numériques –
Réseaux d'accès

Fondement des lignes d'abonné numérique à très
grande vitesse

**Amendement 1: Nouvelle Annexe F:
prescriptions régionales applicables à un
environnement de coexistence avec les lignes
DSL de réseau RNIS à multiplexage TCM telles
qu'elles sont définies dans l'Appendice III de la
Recommandation UIT-T G.961**

Recommandation UIT-T G.993.1 (2001) – Amendement 1

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

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 EQUIPEMENTS DE TEST	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.500–G.599
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.600–G.699
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.800–G.899
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
Systèmes sous-marins à câbles optiques	G.970–G.979
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.989
Réseaux d'accès	G.990–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION - ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

Recommandation UIT-T G.993.1

Fondement des lignes d'abonné numérique à très grande vitesse

Amendement 1

Nouvelle Annexe F: Prescriptions régionales applicables à un environnement de coexistence avec les lignes DSL de réseau RNIS à multiplexage TCM telles qu'elles sont définies dans l'Appendice III de la Recommandation UIT-T G.961

Résumé

Le présent amendement vise à fournir un texte détaillé pour l'Annexe F de la Rec. UIT-T G.993.1 (2001), traitant des exigences régionales applicables à l'environnement coexistant avec les lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS comme défini dans l'Appendice III/G.961.

Source

L'Amendement 1 de la Recommandation G.993.1 de l'UIT-T a été approuvé par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8 le 16 mars 2003.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) 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.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir 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 responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2003

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
Nouvelle Annexe F: Prescriptions régionales applicables à un environnement de coexistence avec les lignes DSL de réseau RNIS à multiplexage TCM telles qu'elles sont définies dans l'Appendice III de la Recommandation UIT-T G.961	1
F.1 Plan des bandes et masques de densité PSD	1
F.2 Séparateur de service et caractéristiques électriques.....	6
F.3 Boucles d'essai et perturbateurs diaphoniques	31

Recommandation UIT-T G.993.1

Fondement des lignes d'abonné numérique à très grande vitesse

Amendement 1

Nouvelle Annexe F: Prescriptions régionales applicables à un environnement de coexistence avec les lignes DSL de réseau RNIS à multiplexage TCM telles qu'elles sont définies dans l'Appendice III de la Recommandation UIT-T G.961

F.1 Plan des bandes et masques de densité PSD

F.1.1 Plan des bandes

Le plan des bandes doit être conforme au plan de bandes A spécifié dans l'Annexe A. Des sous-ensembles composés d'au moins une bande aval et une bande amont entre DS1, US1, DS2 et US2 peuvent être implémentés.

F.1.2 Masques de densité PSD du signal d'émission

F.1.2.1 Système de ligne VDSL fonctionnant dans la région des fréquences au-dessus de la bande téléphonique

Les fréquences au-dessus de 138 kHz sont utilisées pour les lignes VDSL. L'utilisation de la bande entre 25 kHz et 138 kHz fera l'objet d'une étude complémentaire. Le cas de la non-utilisation de cette bande est spécifié ci-dessous.

Une densité PSD nominale de -60 dBm/Hz s'applique dans l'ensemble de la gamme de fréquences de la bande d'émission. Le masque de densité PSD définit la limite de densité spectrale de puissance en émission. Il est défini à 3,5 dB au-dessus de la densité PSD nominale en dBm/Hz. Les exigences en termes de densité PSD sont spécifiées dans le Tableau F.1 pour l'émetteur VTU-O (aval) et dans le Tableau F.2 pour l'émetteur VTU-R (amont). Elles doivent être mesurées au point d'interface U défini dans la Figure 5-2, où le point d'interface U correspond à l'accès LIGNE défini dans la Figure F.1.

Les autres masques de densité PSD feront l'objet d'un complément d'étude, y compris l'option de renforcement de la densité PSD.

NOTE 1 – La densité PSD des lignes VDSL est actuellement à l'étude dans le corps de la présente Recommandation. La présente annexe spécifie un signal entièrement plat de densité PSD en émission de -60 dBm/Hz, qui est une valeur de densité PSD très courante.

NOTE 2 – Les exigences relatives à la bande affaiblie en termes de densité PSD, spécifiées dans la présente annexe, sont conformes à celles qui figurent dans le § 6.2.2. Ces exigences sont également appliquées aux signaux hors bande au-dessous de 0,138 MHz et au-dessus de 12 MHz dans la présente annexe, sauf que la bande de transition de 0,018 MHz (= 0,138 MHz – 0,12 MHz) est adoptée à la fréquence d'arrêt de bande de 0,138 MHz.

**Tableau F.1/G.993.1 – Exigences de densité PSD en émission par VTU-O
(ligne VDSL au-dessus de la bande téléphonique)**

Attribut de bande	Bande de fréquences f MHz	Limite de PSD maximale (masque PSD) dBm/Hz	Limite de puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz dBm	Limite de puissance moyenne en bande large dBm
	$0 < f < 0,12$	-120	-	8,4
	$0,12 \leq f \leq 0,138$	$-60 + (50 / 0,018) \times (f - 0,138)$	-	
DS1	$0,138 < f < 3,75$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$3,75 \leq f \leq 3,925$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	-	
	$3,925 < f < 5,025$	-100	-50	
	$5,025 \leq f \leq 5,2$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	-	
DS2	$5,2 < f < 8,5$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$8,5 \leq f \leq 8,675$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	-	
	$8,675 < f < 30$	-100	-52	
	$30 \leq f < \infty$	-120	-	

NOTE 1 – Toutes les mesures de densité PSD et de puissance sont relevées dans une résistance de 100 Ω .
 NOTE 2 – La densité PSD maximale doit être mesurée avec une résolution de 10 kHz.
 NOTE 3 – La puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz est mesurée avec une résolution de 1 MHz.
 NOTE 4 – Les exigences relatives à la densité PSD dans la bande affaiblie sont conformes au § 6.2.2, sauf la bande de transition au-dessous de 138 kHz.

**Tableau F.2/G.993.1 – Exigences d'émission par VTU-R en termes de densité PSD
(lignes VDSL au-dessus des bandes téléphonique et RNIS)**

Attribut de bande	Bande de fréquences f MHz	Limite de densité PSD maximale (masque PSD) dBm/Hz	Limite de puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz dBm	Limite de puissance moyenne en bande large dBm
	$0 < f < 0,12$	-120	-	7,0
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	-	
	$0,225 \leq f < 3,575$	-100	-	
	$3,575 \leq f \leq 3,75$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	-	
US1	$3,75 < f < 5,2$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$5,2 \leq f \leq 5,375$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	-	
	$5,375 < f < 8,325$	-100	-52	
	$8,325 \leq f \leq 8,5$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	-	
US2	$8,5 < f < 12$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$12 \leq f \leq 12,175$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 12)$	-	

**Tableau F.2/G.993.1 – Exigences d'émission par VTU-R en termes de densité PSD
(lignes VDSL au-dessus des bandes téléphonique et RNIS)**

Attribut de bande	Bande de fréquences f MHz	Limite de densité PSD maximale (masque PSD) dBm/Hz	Limite de puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz dBm	Limite de puissance moyenne en bande large dBm
	$12,175 < f < 30$	-100	-52	7,0
	$30 \leq f < \infty$	-120	-	-

NOTE 1 – Toutes les mesures de densité PSD et de puissance sont relevées dans une résistance de 100 Ω .
 NOTE 2 – La densité PSD maximale doit être mesurée avec une résolution de 10 kHz.
 NOTE 3 – La puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz est mesurée avec une résolution de 1 MHz.
 NOTE 4 – Les exigences relatives à la densité PSD dans la bande affaiblie sont conformes au § 6.2.2.

F.1.2.2 Système de ligne VDSL fonctionnant dans la région des fréquences au-dessus de la bande des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS

Les fréquences au-dessus de 640 kHz sont utilisées pour les lignes VDSL. Les fréquences au-dessous de 320 kHz sont utilisées pour les lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS, et la bande entre 320 kHz et 640 kHz est utilisée comme bande de garde.

La densité PSD nominale de -60 dBm/Hz s'applique dans toute la gamme de fréquences de la bande d'émission. Le masque de densité PSD définit la limite de puissance d'émission et est défini à 3,5 dB au-dessus de la densité PSD nominale en dBm/Hz. Les exigences en termes de densité PSD sont spécifiées dans le Tableau F.3 pour l'émetteur VTU-O (aval) et dans le Tableau F.2 pour l'émetteur VTU-R (amont). Elles doivent être mesurées au point d'interface U défini dans la Figure 5-2, où le point d'interface U correspond à l'accès LIGNE défini dans la Figure F.1.

**Tableau F.3/G.993.1 – Exigences d'émission par VTU-O en termes de densité PSD
(lignes VDSL au-dessus de la bande des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS)**

Attribut de bande	Bande de fréquences f MHz	Limite de densité PSD maximale (masque PSD) dBm/Hz	Limite de puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz dBm	Limite de puissance moyenne en bande large dBm
	$0 < f < 0,12$	-120	-	8,1
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	-	
	$0,225 \leq f < 0,465$	-100	-	
	$0,465 \leq f \leq 0,640$	$-60 + (40 / 0,175) \times (f - 0,64)$	-	
DS1	$0,640 < f < 3,75$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$3,75 \leq f \leq 3,925$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	-	
	$3,925 < f < 5,025$	-100	-50	
	$5,025 \leq f \leq 5,2$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	-	
DS2	$5,2 < f < 8,5$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$8,5 \leq f \leq 8,675$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	-	

**Tableau F.3/G.993.1 – Exigences d'émission par VTU-O en termes de densité PSD
(lignes VDSL au-dessus de la bande des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS)**

Attribut de bande	Bande de fréquences f MHz	Limite de densité PSD maximale (masque PSD) dBm/Hz	Limite de puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz dBm	Limite de puissance moyenne en bande large dBm
	$8,675 < f < 30$	-100	-52	8,1
	$30 \leq f < \infty$	-120	-	-

NOTE 1 – Toutes les mesures de densité PSD et de puissance sont relevées dans une résistance de 100 Ω .

NOTE 2 – La densité PSD maximale doit être mesurée avec une résolution de 10 kHz.

NOTE 3 – La puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz est mesurée avec une résolution de 1 MHz.

NOTE 4 – Les exigences relatives à la densité PSD dans la bande affaiblie sont conformes au § 6.2.2.

Les autres masques de densité PSD feront l'objet d'un complément d'étude, y compris l'option de renforcement de la densité PSD.

NOTE – Les exigences de densité PSD dans la bande affaiblie, spécifiées dans la présente annexe, sont conformes à celles qui figurent dans le § 6.2.2. Ces exigences sont également appliquées aux signaux hors bande au-dessous de 0,64 MHz et au-dessus de 12 MHz dans la présente annexe.

F.1.2.3 Système de ligne VDSL avec fonction de réduction de densité PSD dans la région des fréquences au-dessous de 1,104 MHz

Les exigences de réduction de densité PSD sont spécifiées dans le Tableau F.4 pour l'émetteur VTU-O (aval) et doivent être mesurées au point d'interface U défini dans la Figure 5-2, où le point d'interface U correspond à l'accès LIGNE défini dans la Figure F.1.

NOTE – Les exigences de densité PSD dans la bande affaiblie, spécifiées dans le § 6.2.2, sont appliquées à la fonction de réduction de densité PSD au-dessous de 1,104 MHz dans la présente annexe.

**Tableau F.4/G.993.1 – Exigences d'émission par VTU-O en termes de densité PSD
(lignes VDSL avec fonction de réduction de densité PSD au-dessous de 1,104 MHz)**

Attribut de bande	Bande de fréquences f MHz	Limite de densité PSD maximale (Masque PSD) dBm/Hz	Limite de puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz dBm	Limite de puissance moyenne en bande large dBm	
	$0 < f < 0,12$	-120	-	7,8	
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	-		
	$0,225 \leq f < 0,850$	-100	-		
	$0,850 \leq f \leq 1,104$	$-60 + (40 / 0,254) \times (f - 1,104)$	-		
DS1	$1,104 < f < 3,75$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-		
	$3,75 \leq f \leq 3,925$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	-		
	$3,925 < f < 5,025$	-100	-50		
	$5,025 \leq f \leq 5,2$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	-		
DS2	$5,2 < f < 8,5$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-		
	$8,5 \leq f \leq 8,675$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	-		
	$8,675 < f < 30$	-100	-52		
	$30 \leq f < \infty$	-120	-		-

NOTE 1 – Toutes les mesures de densité PSD et de puissance sont relevées dans une résistance de 100 Ω .
 NOTE 2 – La densité PSD maximale doit être mesurée avec une résolution de 10 kHz.
 NOTE 3 – La puissance maximale dans une fenêtre glissante de 1 MHz est mesurée avec une résolution de 1 MHz.
 NOTE 4 – Les exigences de densité PSD dans la bande affaiblie sont conformes au § 6.2.2 et sont également appliquées à la bande de transition au-dessous de 1,104 MHz.

F.1.2.4 Bandes d'arrêt d'émission

Comme indiqué dans le § 6.2.4, la densité PSD nominale d'émission dans une ou plusieurs des bandes radioamateur peut être réduite au-dessous de -80 dBm/Hz. Le nombre minimal de bandes d'arrêt fera l'objet d'une étude complémentaire. Les bandes radioamateur sont définies dans le Tableau F.5, qui contient plusieurs attributions de bande de fréquences différentes de celles qui sont définies dans le Tableau 6-2.

Il est possible d'implémenter une bande d'arrêt d'émission recouvrant plusieurs bandes radioamateur en rapprochant des bandes radioamateur adjacentes selon les deux Tableaux 6-2 et F.5.

Tableau F.5/G.993.1 – Bandes radioamateur

Item	Début de bande (MHz)	Fin de bande (MHz)
01	1,810	1,825
02	1,9075	1,9125
03	3,500	3,575
04	3,747	3,754
05	3,791	3,805
06	7,000	7,100
07	10,100	10,150
08	14,000	14,350
09	18,068	18,168
10	21,000	21,450
11	24,890	24,990
12	28,000	29,700

F.2 Séparateur de service et caractéristiques électriques

F.2.1 Introduction

Les exigences relatives à un séparateur téléphonique approprié au Japon sont spécifiées dans le § F.2.2. Une ligne VDSL utilisant les fréquences allant de 138 kHz jusqu'à 12 MHz permet un fonctionnement coexistant du poste téléphonique sur la même paire de fils grâce au séparateur téléphonique.

Les exigences relatives à un séparateur RNIS approprié au Japon sont spécifiées dans le § F.2.3. Une ligne VDSL utilisant les fréquences allant de 640 kHz jusqu'à 12 MHz permet un fonctionnement coexistant avec soit les lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS ou avec le poste téléphonique sur la même paire de fils grâce au séparateur RNIS.

F.2.2 Séparateur téléphonique

F.2.2.1 Définition générale

Les exigences relatives à un séparateur téléphonique approprié au Japon à utiliser avec une ligne ADSL (Recommandations UIT-T G.992.1 et G.992.3 utilisant les fréquences allant de 25 kHz jusqu'à 1,104 MHz sont spécifiées dans l'Annexe E.4/G.992.3, où le séparateur installé à l'extrémité VTU-R est dénommé *séparateur téléphonique côté distant* et où le séparateur installé à l'extrémité VTU-O est dénommé *séparateur téléphonique côté CO*.

Les exigences relatives à un séparateur téléphonique approprié au Japon à utiliser avec une ligne VDSL utilisant les fréquences allant de 138 kHz jusqu'à 12 MHz sont spécifiées ci-après. Le séparateur téléphonique se compose d'une fonction de filtre passe-bas (LPF, *low-pass filter*) qui peut être implémentée soit à l'intérieur soit à l'extérieur du modem VTU-x, où x = R ou O. Dans chaque cas, toutes les exigences spécifiées ci-dessous doivent être satisfaites. Une fonction de filtre passe-haut (HPF, *high-pass filter*) fait partie des unités VTU-R et VTU-O, et des exigences spécifiques ne sont pas définies comme dans le cas des Recommandations UIT-T relatives aux lignes ADSL.

F.2.2.2 Exigences

Le séparateur téléphonique conçu pour utilisation avec les lignes VDSL doit être conforme aux exigences spécifiées dans l'Annexe E.4/G.992.3 susmentionnée pour les fréquences allant de 0 Hz à 1,104 MHz. Par ailleurs, le séparateur téléphonique doit être conforme aux exigences relatives aux fréquences allant de 1,104 MHz jusqu'à 12 MHz comme spécifié ci-dessous.

- 1) L'affaiblissement du filtre LPF du séparateur téléphonique (c'est-à-dire la différence d'affaiblissement mesurée avec et sans insertion du filtre LPF) doit être supérieur à 55 dB pour les fréquences allant de 1,104 MHz à 12 MHz. La méthode d'essai est définie dans les Figures E.26/G.992.3 et E.27/G.992.3, où des valeurs appropriées de C et de L (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$) devraient être fixées pour la bande des fréquences d'essai.
- 2) L'affaiblissement d'insertion dû au filtre LPF de chargement du séparateur téléphonique doit être inférieur à 1,5 dB pour les fréquences allant de 1,104 MHz à 12 MHz. La méthode d'essai est définie dans les Figures E.28/G.992.3 et E.29/G.992.3, où des valeurs appropriées de C et de L (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$) devraient être fixées pour la bande des fréquences d'essai.
- 3) L'affaiblissement d'adaptation dû au filtre LPF de chargement du séparateur téléphonique doit être supérieur à 12 dB par rapport à l'impédance de référence de 100 Ω pour les fréquences allant de 1,104 MHz à 12 MHz. La méthode d'essai est définie dans la Figure E.30/G.992.3.
- 4) La symétrie longitudinale du séparateur téléphonique doit être supérieure à 40 dB pour les fréquences allant de 1,104 MHz à 12 MHz. La méthode d'essai est définie dans les Figures E.31/G.992.3 et E.32/G.992.3, où des valeurs appropriées de C et de L (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$) devraient être fixées pour la bande des fréquences d'essai.

F.2.3 Séparateur RNIS

Les exigences relatives à un séparateur RNIS à utiliser avec une ligne VDSL utilisant les fréquences allant de 640 kHz jusqu'à 12 MHz sont spécifiées dans le présent paragraphe, où le RNIS correspond à des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS. Les caractéristiques électriques du séparateur RNIS spécifié dans le présent paragraphe doivent prendre en charge aussi bien les lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS que le poste téléphonique en tant que ligne de service coexistant avec les lignes VDSL.

F.2.3.1 Emplacement des fonctions LPF et HPF d'un séparateur

Les exigences relatives aux séparateurs RNIS, l'un installé à l'extrémité VTU-R et l'autre installé à l'extrémité VTU-O, sont spécifiées. Les exigences sont les mêmes pour les séparateurs situés aux deux extrémités. Les fonctions d'un séparateur se composent d'une fonction de filtre passe-bas (LPF) et d'une fonction de filtre passe-haut (HPF). Chaque fonction peut être implémentée soit à l'intérieur soit à l'extérieur du modem VTU-x, où $x = R$ ou O . Des cas possibles d'implémentation interne ou externe sont représentés dans la Figure F.1. Dans chaque cas, toutes les exigences spécifiées doivent être satisfaites.

Dans la Figure F.1, R_V représente une impédance terminale de la fonction d'émetteur-récepteur dans le modem VTU-x. Son utilisation lors d'un essai est définie dans le § F.2.3.2.3. Chaque accès du séparateur se compose de deux bornes: L1 et L2. L'accès LIGNE doit être connecté à la ligne (paire de fils). L'accès TELE doit être connecté à la terminaison NT: fonction de terminaison de réseau (NT, *network termination*) ou LT: fonction de terminaison de ligne (LT, *line termination*) du RNIS ou du poste téléphonique. L'accès VDSL(HPF) doit être connecté au modem VTU-x avec la fonction HPF du séparateur. L'accès VDSL(R_V) doit être connecté au modem VTU-x sans les fonctions LPF et HPF du séparateur.

L'élément C_{OPT} dans le type $J1_{opt}$ représenté par la Figure F.1 b) est une capacité de blocage du courant continu de $0,12 \mu F$ afin de protéger le RNIS ou le poste téléphonique contre les défauts par courant continu sur une paire de fils entre le séparateur LPF externe et le modem VTU-x. L'insertion des condensateurs C_{OPT} dans le séparateur à fonction LPF externe est facultative.

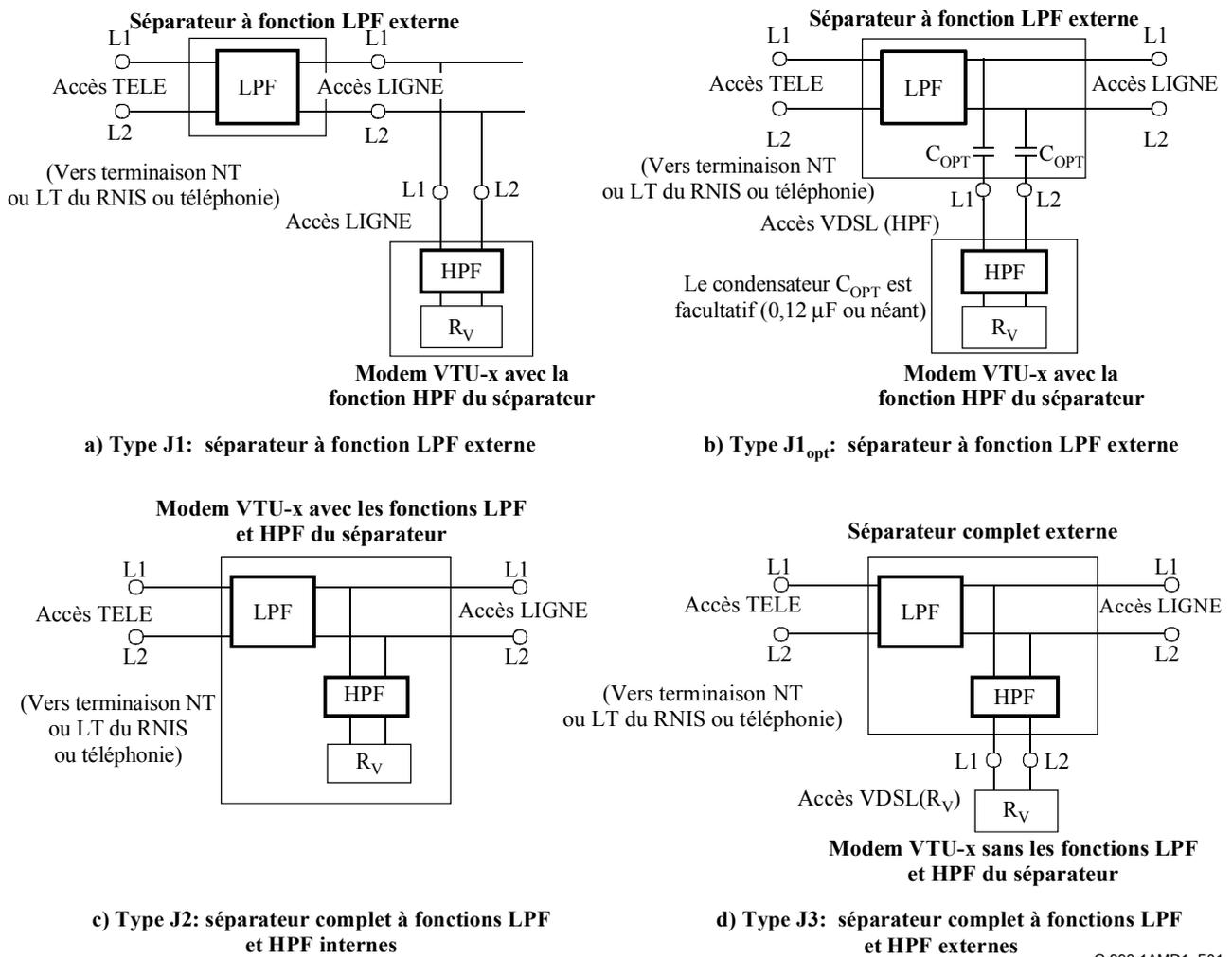


Figure F.1/G.993.1 – Emplacement des fonctions LPF et HPF d'un séparateur RNIS

F.2.3.2 Définition générale

F.2.3.2.1 Bande des fréquences d'essai

Trois bandes de fréquences sont utilisées pour les essais.

- Fréquences de la bande vocale: $0 \text{ Hz et } 0,2 \text{ kHz à } 4,0 \text{ kHz}$ ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
- Fréquences de la bande RNIS: $0 \text{ Hz et } 4,0 \text{ kHz à } 320 \text{ kHz}$ ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
- Fréquences de la bande VDSL: $640 \text{ kHz à } 12 \text{ MHz}$ ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)

Les fréquences entre 320 kHz et 640 kHz ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$) forment une bande de garde. Les exigences spécifiques dans la bande de garde ne sont pas définies, et l'essai n'est pas effectué pour la bande de garde. Il est, cependant, escompté que les filtres LPF et HPF devraient avoir un bon comportement dans la bande de garde.

F.2.3.2.2 Essai sur extrémité locale

L'essai sur extrémité locale est effectué pour chaque séparateur d'extrémité: l'extrémité VTU-R ou l'extrémité VTU-O. Les exigences spécifiées dans le § F.2.3 concernent un séparateur d'extrémité.

F.2.3.2.3 Définition de R_V utilisée dans l'essai

La valeur R_V est définie comme une impédance terminale de la fonction d'émetteur-récepteur dans un modem VTU-x afin de faciliter l'essai du séparateur indépendamment de l'implémentation concrète du modem VTU-x.

L'impédance R_V pour essai en bandes vocale et RNIS doit être ZHP comme défini dans la Figure F.2. La valeur R_V d'une impédance non connectée est également utilisée pour l'essai en bandes vocale et RNIS afin de simuler le cas où le modem VTU-x n'est pas connecté à la ligne et où seule une terminaison NT/LT de poste téléphonique/RNIS est connectée à la ligne par l'intermédiaire du séparateur.

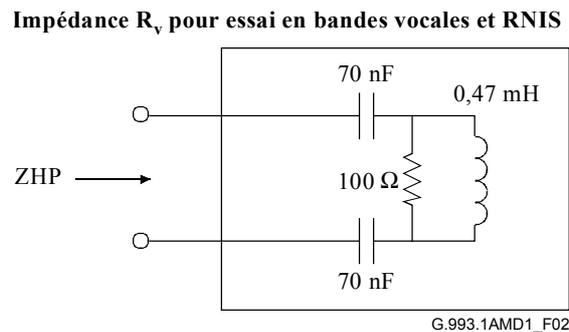


Figure F.2/G.993.1 – Définition de ZHP comme impédance R_V pour essai en bandes vocale et RNIS

L'impédance R_V pour essai en bande VDSL doit avoir une valeur purement ohmique de 100 Ω .

Noter que R_V représente également la capacité d'entrée maximale admissible de la fonction d'émetteur-récepteur dans un modem VTU-x. Les exigences sont spécifiées dans le § F.2.3.6.

F.2.3.3 Exigences relatives aux signaux

F.2.3.3.1 Exigences relatives aux signaux apériodiques

Le séparateur doit assurer le fonctionnement normal des signaux à tension continue et à courant continu superposés à la ligne à partir du commutateur local (CL) aux fins de la téléalimentation et des essais de maintenance. Le séparateur doit également assurer le fonctionnement normal d'un signal de retour d'appel dans le poste téléphonique.

F.2.3.3.1.1 Tension continue

Le séparateur doit assurer le fonctionnement normal de la tension continue aux bornes L1 et L2, définie ci-dessous et appliquée aux accès TELE et LIGNE du séparateur. Les exigences doivent être également prises en compte aux accès VDSL(HPF) et VDSL(R_V) afin de protéger contre une connexion accidentelle de ligne.

Téléphonie: 0 V à (± 53 V),

RNIS: 0 V à (± 63 V),

Essai de maintenance: ± 120 V (10 s max)

F.2.3.3.1.2 Courant continu

Le séparateur doit assurer le fonctionnement normal du courant continu aux bornes L1 et L2, défini ci-dessous et appliqué aux accès TELE et LIGNE du séparateur. Les exigences doivent être également prises en compte aux accès VDSL(HPF) et VDSL(R_V) afin de protéger contre une connexion accidentelle de ligne.

Téléphonie: 0 mA à 130 mA
RNIS: 0 mA à (39 mA \pm 3,9 mA)

F.2.3.3.1.3 Signal de retour d'appel dans le poste téléphonique

Le séparateur doit assurer fonctionnement normal d'un signal de retour d'appel dans le poste téléphonique, défini ci-dessous et appliqué aux accès TELE et LIGNE du séparateur. Les exigences doivent être également prises en compte aux accès VDSL(HPF) et VDSL(R_V) afin de protéger contre une connexion accidentelle de ligne.

Fréquence de sonnerie: 15 Hz à 20 Hz
Tension c.a. de sonnerie (superposée au c.c.): 83 V_{eff} max
Courant continu: 53 V max

F.2.3.3.2 Exigences relatives aux signaux en courant alternatif

Le séparateur doit assurer le fonctionnement normal des signaux de service de ligne définis ci-dessous.

F.2.3.3.2.1 Signal téléphonique

Fréquence: 0,2 kHz à 4,0 kHz
Niveau: +3 dBm max (600 Ω)
Signal hurleur: +36 dBm (600 Ω) à 400 Hz

F.2.3.3.2.2 Signal RNIS

Rapidité de modulation en ligne: 320 kBd
Code en ligne: AMI (signaux bipolaires alternés)
Forme d'impulsion: 6 V_{op} (+20% et -10%) (110 Ω)
impulsion rectangulaire à taux de remplissage 50% (\pm 10%)
avec filtre LPF du 2^e ordre à f_c = 640 kHz

F.2.3.3.2.3 Signal VDSL

Fréquence: 640 kHz à 12 MHz
Niveau: +20 dBm max (100 Ω)

NOTE – Le niveau de signal de +20 dBm max se rapporte à une valeur réglementaire au Japon et ne correspond pas aux spécifications de densité PSD définies dans le § F.1 pour les lignes VDSL.

F.2.3.4 Exigence d'immunité aux surtensions et aux surintensités

Le séparateur d'extrémité VTU-O qui est installé dans les locaux du client doit être conforme aux exigences et procédures d'essai spécifiées dans la Rec. UIT-T K.21. Le séparateur d'extrémité VTU-O qui est installé dans les locaux du client ou qui peut être installé dans un commutateur local doit être conforme aux exigences et procédures d'essai spécifiées dans les deux Recommandations UIT-T K.20 et K.21.

Aucune connexion d'un terminal à la terre à titre de moyen de protection contre les surtensions et surintensités, par exemple, une masse de châssis (FG, *frame ground*) ou un câble de garde (LG, *lightening ground*), ne doit être équipée avec les séparateurs externes représentés par les types J1, J1_{opt} et J3 dans la Figure F.1. Le séparateur externe doit être résistif aux surtensions et surintensités sans être connecté à une masse ou terre quelconque.

F.2.3.5 Exigences du séparateur au courant continu

F.2.3.5.1 Exigences relatives au courant continu pour les séparateurs

La résistance d'isolement en courant continu entre les bornes L1 et L2 de la partie LPF du séparateur, à l'accès LIGNE avec l'accès TELE court-circuité et vice versa, doit être inférieure ou égale à 10 Ω .

F.2.3.5.2 Exigence de résistance d'isolement en courant continu

F.2.3.5.2.1 Résistance d'isolement en courant continu de mode différentiel

La résistance d'isolement en courant continu entre les bornes L1 et L2 de la partie LPF du séparateur, à tout accès avec les autres accès ouverts s'ils existent, doit être supérieure à 10 M Ω .

La résistance d'isolement en courant continu entre les bornes L1 et L2 de la partie HPF du séparateur, à tout accès avec les autres accès ouverts et court-circuités s'ils existent, doit être supérieure à 10 M Ω .

F.2.3.5.2.2 Résistance d'isolement en courant continu de mode commun

La résistance d'isolement en courant continu entre une borne L1 ou L2 et l'enveloppe extérieure du séparateur externe avec tous les accès ouverts doit être supérieure ou égale à 10 M Ω pour les séparateurs externes représentés dans les types J1, J1_{opt} et J3 de la Figure F.1. Noter que le fait d'équiper d'une borne FG ou LG avec le séparateur externe n'est pas autorisé.

La résistance d'isolement entre toute borne L1 ou L2 et la terre avec tous les accès ouverts doit être supérieure ou égale à 10 M Ω pour les modems VTU-x représentés dans les types J1, J1_{opt}, J2, et J3 de la Figure F.1, où la terre peut être une borne FG ou LG du modem si elle existe, ou la borne d'alimentation en courant alternatif ou continu du modem.

F.2.3.6 Exigence relative à la capacité du séparateur

F.2.3.6.1 Capacité en mode différentiel

Les capacités d'entrée maximales admissibles pour les parties R_V, LPF et HPF représentées dans la Figure F.1 sont spécifiées individuellement de façon à dépendre des types de séparateur représentés dans la Figure F.1. La capacité d'entrée de chaque partie doit être comme suit. Les parties LPF et HPF sont deux réseaux d'accès et la capacité d'entrée est définie comme étant mesurée entre les bornes L1 et L2 à tout accès, avec les autres accès ouverts. R_V représente la capacité d'entrée maximale admissible de la fonction d'émetteur-récepteur dans un modem VTU-x. La capacité C_{OPT} de 0,12 μ F dans le type J1_{opt} de la Figure F.1 n'est pas incluse dans les valeurs spécifiques ci-après:

partie LPF: 50 nF max (0 Hz à 30 Hz)

partie HPF: 40 nF max (0 Hz à 30 Hz)

partie R_V: 35 nF max (0 Hz à 30 Hz)

Les capacités d'entrée maximales admissibles pour chaque type représenté dans la Figure F.1 sont décrites dans les paragraphes suivants.

F.2.3.6.1.1 Type J1

– Séparateur LPF externe:

la capacité entre les bornes L1 et L2 à l'accès LIGNE, avec accès TELE ouvert et vice versa, doit être inférieure ou égale à 50 nF, ce qui correspond à la partie LPF de 50 nF.

– Modem VTU-x avec fonction HPF du séparateur:

la capacité entre les bornes L1 et L2 à l'accès LIGNE doit être inférieure ou égale à 75 nF, ce qui est la somme de la partie HPF de 40 nF et de la partie R_V de 35 nF.

F.2.3.6.1.2 Type J1_{OPT}

- Séparateur LPF externe:
la capacité entre les bornes L1 et L2 avec accès VDSL(HPF) ouvert, à l'accès LIGNE avec accès TELE ouvert et vice versa, doit être inférieure ou égale à 50 nF, ce qui correspond à la partie LPF de 50 nF.
- Modem VTU-x avec fonction HPF du séparateur:
la capacité entre les bornes L1 et L2 à l'accès VDSL(HPF) doit être inférieure ou égale à 75 nF, ce qui est la somme de la partie HPF de 40 nF et de la partie R_V de 35 nF. Noter que la capacité d'entrée devient 33 nF ($= 75 // (120 / 2)$ nF), quand elle comprend la capacité facultative C_{OPT} de 0,12 µF.

F.2.3.6.1.3 Type J2

- Modem VTU-x avec fonctions LPF et HPF du séparateur:
la capacité entre les bornes L1 et L2, à l'accès LIGNE avec accès TELE ouvert et vice versa, doit être inférieure ou égale à 125 nF, ce qui est la somme de la partie LPF de 50 nF, de la partie HPF de 40 nF et de la partie R_V de 35 nF.

F.2.3.6.1.4 Type J3

- Séparateur complet à fonctions LPF et HPF externes:
la capacité entre les bornes L1 et L2, à tout accès avec l'autre accès ouvert, doit être inférieure ou égale à 90 nF, ce qui est la somme de la partie LPF de 50 nF et de la partie HPF de 40 nF.
- Modem VTU-x sans fonctions LPF et HPF du séparateur:
la capacité entre les bornes L1 et L2 à l'accès VDSL(R_V) doit être inférieure ou égale à 35 nF, ce qui correspond à la partie R_V de 35 nF.

F.2.3.6.2 Capacité en mode commun

La capacité entre une borne L1 ou L2 et l'enveloppe extérieure du séparateur externe avec tous les accès ouverts doit être inférieure ou égale à 1,0 nF pour les séparateurs externes représentés dans les types J1, J1_{opt} et J3 de la Figure F.1. Noter que le fait d'équiper une borne FG ou LG avec le séparateur externe n'est pas autorisé.

La capacité entre toute borne L1 ou L2 et la terre avec tous les accès ouverts doit être inférieure ou égale à 1,0 nF pour le modem VTU-x représenté dans les types J1, J1_{opt}, J2, et J3 de la Figure F.1, où la terre peut être la borne FG ou LG du modem si elle existe, ou la borne d'alimentation du modem en courant alternatif ou continu.

F.2.3.7 Exigences relatives aux caractéristiques en courant alternatif d'un séparateur

Les exigences relatives aux caractéristiques en courant alternatif des parties LPF et HPF du séparateur sont spécifiées dans le présent paragraphe. Les filtres LPF et HPF sont normalement connectés à l'extrémité de la même paire de fils, ce qui provoque les effets de couplage décrits ci-dessous.

Les caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF sont affectées par le fait que le filtre HPF se comporte comme une charge lorsque les signaux téléphoniques et RNIS traversent le filtre LPF. Cette dégradation par filtre HPF est dénommée ci-après *effet de chargement de filtre HPF*. Symétriquement, les caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre HPF sont affectées par le fait que le filtre LPF se comporte comme une charge lorsque les signaux VDSL traversent le filtre HPF. Cette dégradation par filtre LPF est dénommée ci-après *effet de chargement de filtre LPF*.

Les exigences relatives aux caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF doivent donc être satisfaites avec et sans chargement de filtre HPF. Symétriquement, les exigences relatives aux

caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre HPF doivent être satisfaites avec et sans chargement de filtre LPF.

Les méthodes d'essai associées aux caractéristiques en courant alternatif des séparateurs sont spécifiées dans le § F.2.3.8.

F.2.3.7.1 Exigences relatives aux caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF et à l'effet de chargement de filtre LPF

Les exigences relatives aux caractéristiques en courant alternatif de la partie LPF du séparateur sont spécifiées dans le présent paragraphe en termes de caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF et d'effet de chargement de filtre LPF. Concernant l'effet de chargement de filtre LPF sur l'itinéraire de signal VDSL, un effet discret de chargement de filtre LPF sans connexion du filtre HPF est spécifié dans le présent paragraphe. L'effet de chargement de filtre LPF sur l'itinéraire de signal VDSL avec connexion de filtre HPF est spécifié dans le § F.2.3.7.2.

F.2.3.7.1.1 Exigences relatives à affaiblissement d'insertion de filtre LPF

L'affaiblissement d'insertion de la partie LPF du séparateur, qui est désignée ci-dessous par $LS(f)$ dB à f kHz, doit être comme suit.

- 1) Bande vocale (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

$$f = 1,0 \text{ kHz:} \quad -1,0 \text{ dB} \leq LS(1 \text{ kHz}) \leq +1,0 \text{ dB}$$

$$0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 3,4 \text{ kHz:} \quad -1,0 \text{ dB} \leq \{LS(f) - LS(1 \text{ kHz})\} \leq +1,0 \text{ dB}$$

$$3,4 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz:} \quad -1,5 \text{ dB} \leq \{LS(f) - LS(1 \text{ kHz})\} \leq +1,5 \text{ dB}$$

NOTE 1 – $\{LS(f) - LS(1 \text{ kHz})\}$ indique la variation d'affaiblissement d'insertion en décibels à f kHz par rapport à la variation à 1 kHz.

- 2) Bande RNIS (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

$$4,0 \text{ kHz} < f \leq 160 \text{ kHz:} \quad LS(f) \leq 1,0 \text{ dB}$$

$$160 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz:} \quad LS(f) \leq \{1,0 + 3,01 \times \log_2 (f/160)\} \text{ dB (avec } f \text{ en kHz)}$$

- 3) Bande de garde

$$320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz:} \quad \text{non spécifié}$$

NOTE 2 – Les exigences suggérées dans la bande de garde sont de $42,14 \times \log_2 (f/320)$ dB $\leq LS(f)$ (où f est en kHz), afin de supprimer le signal d'émission TCM-RNIS c'est-à-dire la fuite vers le récepteur de ligne VDSL, spécialement à la fréquence de 480 kHz.

- 4) Bande VDSL (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec effet de chargement de filtre HPF)

$$640 \text{ kHz} \leq f < 932 \text{ kHz:} \quad 42,14 \times \log_2 (f/320) \text{ dB} \leq LS(f) \text{ (avec } f \text{ en kHz)}$$

$$932 \text{ kHz} \leq f \leq 6,0 \text{ MHz:} \quad 65,0 \text{ dB} \leq LS(f)$$

$$6,0 \text{ MHz} < f \leq 12 \text{ MHz:} \quad 55,0 \text{ dB} \leq LS(f)$$

F.2.3.7.1.2 Exigences relatives au temps de propagation de groupe absolu dans un filtre LPF

Le temps de propagation de groupe absolu de la partie LPF du séparateur, désignée ci-dessous par $GD(f)$ μ s à f kHz, doit être comme suit.

- 1) Bande vocale (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

$$\text{Min} [GD(f) \{0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}\}] \leq 150 \mu\text{s}$$

$$0,2 \text{ kHz} \leq f < 0,6 \text{ kHz}: \quad GD(f) - GD(f_x) \leq 250 \text{ } \mu\text{s}$$

$$0,6 \text{ kHz} \leq f \leq 3,2 \text{ kHz}: \quad GD(f) - GD(f_x) \leq 200 \text{ } \mu\text{s}$$

$$3,2 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz}: \quad GD(f) - GD(f_x) \leq 250 \text{ } \mu\text{s}$$

NOTE – La valeur $\text{Min}[GD(f) \{0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}\}]$ indique la valeur minimale du temps de propagation de groupe absolu pour les fréquences allant de 0,2 kHz à 4,0 kHz, et la fréquence de f_x kHz est définie comme étant celle qui fait apparaître le temps minimal de propagation de groupe absolu. La valeur $GD(f) - GD(f_x)$ indique l'augmentation en microsecondes à f kHz à partir du temps minimal de propagation de groupe absolu à f_x kHz.

- 2) Bande RNIS (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

$$4,0 \text{ kHz} < f \leq 160 \text{ kHz}: \quad GD(f) \leq 3,125 \text{ } \mu\text{s}$$

$$160 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}: \quad GD(f) \leq 3,125 \times \{1,0 + 2,0 \times \log_2(f/160)\} \text{ } \mu\text{s} \text{ (avec } f \text{ en kHz)}$$

- 3) Bande de garde

$$320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}: \quad \text{non spécifié}$$

- 4) Bande VDSL

$$640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}: \quad \text{non spécifié}$$

(valeur spécifiée comme caractéristique d'itinéraire de signal HPF avec et sans effet de chargement de filtre LPF)

F.2.3.7.1.3 Exigence d'affaiblissement d'adaptation de la partie LPF

L'affaiblissement d'adaptation de la partie LPF du séparateur, désignée ci-dessous par $RL(f)$ dB à f kHz, doit être comme suit. La définition de $RL(f)$ en termes d'impédances complexes est donnée ci-dessous.

$$RL(f) = -20 \times \log_{10} [Abs[\{Zref(jf) - Zin(jf)\} / \{(Zin(jf) + Zref(jf))\}]] \text{ dB}$$

où $Zin(jf)$ est la mesure d'une impédance complexe d'entrée et où $Zref(jf)$ est l'impédance complexe de référence et où $Zref(jf)$ dépend de la bande d'essai.

- 1) Bande vocale (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

$$0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 1,5 \text{ kHz}: \quad 11,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$1,5 \text{ kHz} < f \leq 2,0 \text{ kHz}: \quad 10,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$2,0 \text{ kHz} < f \leq 3,4 \text{ kHz}: \quad 9,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$3,4 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz}: \quad \text{non spécifié}$$

- 2) Bande RNIS (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

$$4,0 \text{ kHz} < f < 10 \text{ kHz}: \quad \{15,0 - 6,02 \times \log_2(10/f)\} \text{ dB} \leq RL(f) \text{ (avec } f \text{ en kHz)}$$

$$10 \text{ kHz} \leq f \leq 160 \text{ kHz}: \quad 15,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$160 \text{ kHz} < f \leq 220 \text{ kHz}: \quad \{15,0 - 6,02 \times \log_2(f/160)\} \text{ dB} \leq RL(f) \text{ (avec } f \text{ en kHz)}$$

$$220 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}: \quad \text{non spécifié}$$

- 3) Bande de garde

$$320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}: \quad \text{non spécifié}$$

- 4) Bande VDSL (caractéristiques d'effet de chargement de filtre LPF sur itinéraire de signal HPF)
- 640 kHz $\leq f < 1,28$ MHz: $\{12,0 - 6,02 \times \log_2(1280/f)\} \leq RL(f)$ (avec f en kHz)
- 1,28 MHz $\leq f \leq 12$ MHz: $12,0 \text{ dB} \leq RL(f)$

F.2.3.7.1.4 Exigences relatives à la symétrie longitudinale de la partie LPF

La symétrie longitudinale de la partie LPF du séparateur, désignée ci-dessous par $LB(f)$ dB à f kHz, doit être comme suit. La définition de $LB(f)$ est donnée ci-dessous.

$$LB(f) = -20 \times \log_{10}\{Vm(f)/Vt(f)\} \text{ dB}$$

où $Vt(f)$ est une tension appliquée en mode commun à partir d'une source de tension constante et où $Vf.é.m$ (force électromotrice) est une tension de sortie en circuit ouvert. $Vm(f)$ est une mesure de tension en mode différentiel (convertie du mode commun au mode différentiel).

- 1) Bande vocale (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

0,2 kHz $\leq f \leq 3,4$ kHz: $58,0 \text{ dB} \leq LB(f)$

3,4 kHz $< f \leq 4,0$ kHz: non spécifié
- 2) Bande RNIS (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)

50 Hz $\leq f < 150$ kHz: $60,0 \text{ dB} \leq LB(f)$

150 kHz $\leq f \leq 250$ kHz: $63,0 \text{ dB} \leq LB(f)$

250 kHz $< f \leq 320$ kHz: $\{63,0 - 6,02 \times \log_2(f/250)\} \text{ dB} \leq LB(f)$
- 3) Bande de garde

320 kHz $< f < 640$ kHz: non spécifié
- 4) Bande VDSL (effet de chargement de filtre LPF sur caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre HPF)

640 kHz $\leq f \leq 12$ MHz: $46,0 \text{ dB} \leq LB(f)$

F.2.3.7.2 Exigences relatives aux caractéristiques d'itinéraire de signal dans la partie HPF et à l'effet de chargement de filtre HPF

Les exigences relatives aux caractéristiques en courant alternatif de la partie HPF du séparateur sont spécifiées dans le présent paragraphe. Les exigences sont spécifiées en termes de caractéristiques d'itinéraire de signal d'effet de chargement de filtre HPF. Concernant l'effet de chargement de filtre HPF sur l'itinéraire de signaux RNIS, l'effet discret du chargement de filtre HPF sans connexion de filtre LPF est spécifié dans le présent paragraphe. L'effet du chargement de filtre HPF sur l'itinéraire de signaux RNIS avec connexion de filtre LPF est spécifié dans le § F.2.3.7.1.

F.2.3.7.2.1 Exigences relatives à l'affaiblissement d'insertion de la partie HPF

L'affaiblissement d'insertion de la partie HPF du séparateur, désigné ci-dessous par $LS(f)$ dB à f kHz, doit être comme suit.

- 1) Bande vocale (caractéristiques d'itinéraire de signal HPF avec effet de chargement de filtre LPF)

0,2 kHz $\leq f \leq 4,0$ kHz: $50,0 \text{ dB} \leq LS(f)$

- 2) Bande RNIS (caractéristiques d'itinéraire de signal HPF avec effet de chargement de filtre LPF)
- 4,0 kHz < f < 20 kHz: $50,0 \text{ dB} \leq \text{LS}(f)$
- 20 kHz $\leq f \leq$ 200 kHz: $60,6 \text{ dB} \leq \text{LS}(f)$
- 200 kHz < $f \leq$ 320 kHz: $36,1 \times \log_2(640/f) \text{ dB} \leq \text{LS}(f)$ (avec f en kHz)
- 3) Bande de garde
- 320 kHz < f < 640 kHz: non spécifié
- NOTE – Les exigences suggérées dans la bande de garde sont $36,1 \times \log_2(640/f) \text{ dB} \leq \text{LS}(f)$ (avec f en kHz), afin de supprimer le signal d'émission TCM-RNIS en fuite vers le récepteur de ligne VDSL, spécialement à la fréquence de 480 kHz.
- 4) Bande VDSL (caractéristiques d'itinéraire de signal HPF avec et sans effet de chargement de filtre LPF)
- 640 kHz $\leq f <$ 1,28 MHz: $\text{LS}(f) \leq 4,5 - 3,01 \times \log_2(f/640) \text{ dB}$ (avec f en kHz)
- 1,28 MHz $\leq f \leq$ 12 MHz: $\text{LS}(f) \leq 1,5 \text{ dB}$

F.2.3.7.2.2 Exigences relatives au temps de propagation de groupe absolu

Le temps de propagation de groupe absolu de la partie HPF du séparateur, désigné ci-dessous par $\text{GD}(f)$ μs à f kHz, doit être comme suit.

- 1) Bande vocale
- 0,2 kHz $\leq f \leq$ 4,0 kHz: non spécifié
(spécifié comme caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)
- 2) Bande RNIS
- 4,0 kHz < $f \leq$ 320 kHz: non spécifié
(spécifié comme caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement de filtre HPF)
- 3) Bande de garde
- 320 kHz < f < 640 kHz: non spécifié
- 4) Bande VDSL (caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre HPF avec et sans effet de chargement de filtre LPF)
- 640 kHz $\leq f <$ 1,28 MHz: $\text{GD}(f) \leq 1,0 \times \{3,0 - 2,01 \times \log_2(f/640)\} \mu\text{s}$ (avec f en kHz)
- 1,28 MHz $\leq f \leq$ 12 MHz: $\text{GD}(f) \leq 1,0 \mu\text{s}$

F.2.3.7.2.3 Exigences relatives à l'affaiblissement d'adaptation dans la partie HPF

L'affaiblissement d'adaptation de la partie HPF du séparateur, désigné ci-dessous par $\text{RL}(f)$ dB à f kHz, doit être comme suit. La définition de l'affaiblissement $\text{RL}(f)$ en termes d'impédances complexes est donnée ci-dessous.

$$\text{RL}(f) = -20 \times \log_{10} [\text{Abs}[\{Z_{\text{ref}}(jf) - Z_{\text{in}}(jf)\} / \{(Z_{\text{in}}(jf) + Z_{\text{ref}}(jf))\}]] \text{dB}$$

où $Z_{\text{in}}(jf)$ est la mesure d'une impédance complexe d'entrée et où $Z_{\text{ref}}(jf)$ est l'impédance complexe de référence.

- 1) Bande vocale (caractéristiques d'effet de chargement d'un filtre HPF sur l'itinéraire de signal dans un filtre LPF)
- 0,2 kHz $\leq f \leq$ 1,5 kHz: $11,0 \text{ dB} \leq \text{RL}(f)$

- | | | |
|----|---|---|
| | 1,5 kHz < f ≤ 2,0 kHz: | 10,0 dB ≤ RL(f) |
| | 2,0 kHz < f ≤ 3,4 kHz: | 9,0 dB ≤ RL(f) |
| | 3,4 kHz < f ≤ 4,0 kHz: | non spécifié |
| 2) | Bande RNIS (caractéristiques d'effet de chargement d'un filtre HPF sur l'itinéraire de signal dans un filtre LPF) | |
| | 4,0 kHz < f < 10 kHz: | {15,0 – 6,02 × log ₂ (10/ f)} dB ≤ RL(f) (avec f en kHz) |
| | 10 kHz ≤ f ≤ 160 kHz: | 15,0 dB ≤ RL(f) |
| | 160 kHz < f ≤ 220 kHz: | {15,0 – 6,02 × log ₂ (f /160)} dB ≤ RL(f) (avec f en kHz) |
| | 220 kHz < f ≤ 320 kHz: | non spécifié |
| 3) | Bande de garde | |
| | 320 kHz < f < 640 kHz: | non spécifié |
| 4) | Bande VDSL (caractéristiques d'itinéraire de signal HPF avec et sans effet de chargement de filtre LPF) | |
| | 640 kHz ≤ f < 1,28 MHz: | {12,0 – 6,02 × log ₂ (1280/ f)} ≤ RL(f) (avec f en kHz) |
| | 1,28 MHz ≤ f ≤ 12 MHz: | 12,0 dB ≤ RL(f) |

F.2.3.7.2.4 Exigences relatives à la symétrie longitudinale de la partie HPF

La symétrie longitudinale de la partie HPF du séparateur, désignée ci-dessous par LB(f) dB à f kHz, doit être comme suit. La définition de LB(f) est donnée ci-dessous.

$$LB(f) = -20 \times \log_{10} \{V_m(f) / V_t(f)\} \text{ dB}$$

où $V_t(f)$ est une tension appliquée en mode commun à partir d'une source de tension constante et où V_f .é.m (force électromotrice) est une tension de sortie en circuit ouvert. $V_m(f)$ est une mesure de tension en mode différentiel (convertie du mode commun au mode différentiel).

- | | | |
|----|---|---|
| 1) | Bande vocale (caractéristiques d'effet de chargement de filtre HPF sur l'itinéraire de signal dans un filtre LPF) | |
| | 0,2 kHz ≤ f ≤ 3,4 kHz: | 64,0 dB ≤ LB(f) |
| | 3,4 kHz < f ≤ 4,0 kHz: | non spécifié |
| 2) | Bande RNIS (caractéristiques d'effet de chargement de filtre HPF sur l'itinéraire de signal dans un filtre LPF) | |
| | 50 Hz ≤ f < 150 kHz: | 66,0 dB ≤ LB(f) |
| | 150 kHz ≤ f ≤ 250 kHz: | 69,0 dB ≤ LB(f) |
| | 250 kHz < f ≤ 320 kHz: | {69,0 – 6,02 × log ₂ (f /250)} dB ≤ LB(f) |
| 3) | Bande de garde | |
| | 320 kHz < f < 640 kHz: | non spécifié |
| 4) | Bande VDSL (caractéristiques d'itinéraire de signal HPF avec et sans effet de chargement de filtre LPF) | |
| | 640 kHz ≤ f ≤ 12 MHz: | 40,0 dB ≤ LB(f) |

F.2.3.8 Méthode d'essai des caractéristiques en courant alternatif d'un séparateur

Les configurations de montage d'essai et les conditions d'essai concernant les caractéristiques en courant alternatif d'un séparateur sont spécifiées dans le présent paragraphe. Les configurations de montage d'essai représentées dans ce paragraphe permettent d'essayer les parties LPF et HPF du séparateur indépendamment des types de séparateur représentés dans la Figure F.1.

Les méthodes d'essai pour caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF avec et sans effet de chargement d'un filtre HPF et effet discret de chargement de filtre LPF sans connexion de filtre HPF sont spécifiées dans le § F.2.3.8.1.

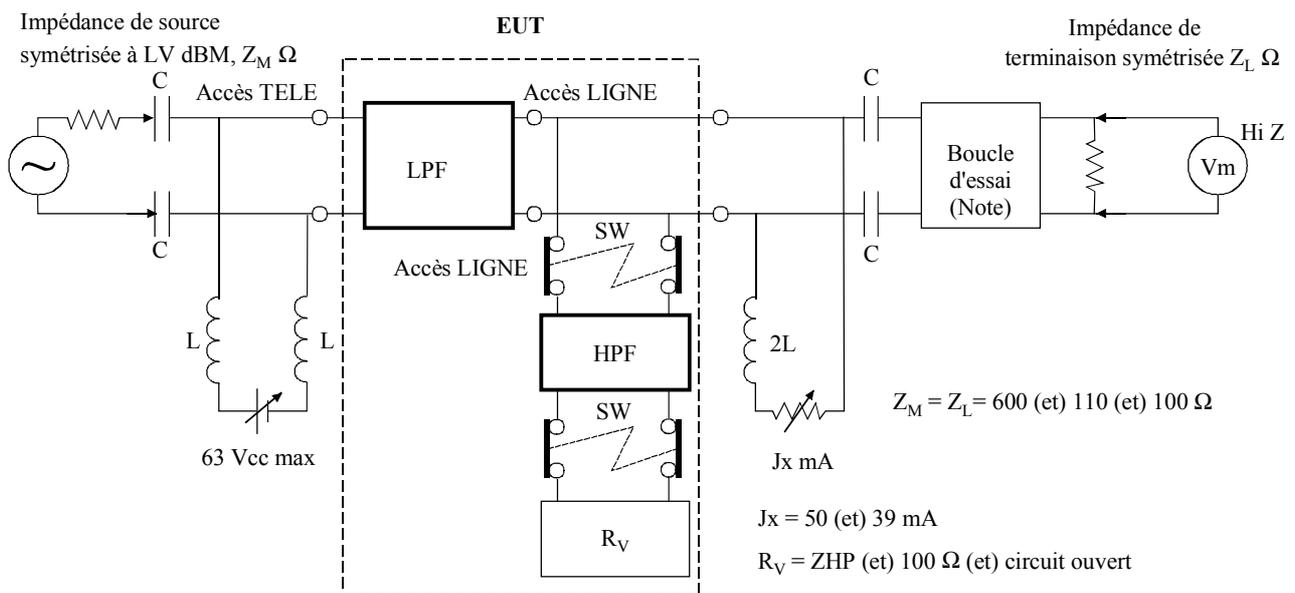
Les méthodes d'essai pour caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre HPF avec et sans filtre LPF et effet discret de chargement de filtre HPF sans connexion de filtre LPF sont spécifiées dans le § F.2.3.8.2.

F.2.3.8.1 Méthode d'essai pour caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre LPF et effet de chargement de filtre LPF

Les configurations de montage d'essai et les conditions d'essai concernant les caractéristiques en courant alternatif d'un séparateur pour la partie LPF du séparateur sont spécifiées dans le présent paragraphe. Les exigences qui doivent être satisfaites dans l'essai ci-dessous sont spécifiées dans le § F.2.3.7.1.

F.2.3.8.1.1 Essai d'affaiblissement d'insertion et de temps de propagation de groupe absolu de filtre LPF

Le montage d'essai est représenté dans la Figure F.3. L'affaiblissement d'insertion et le temps de propagation de groupe doivent être mesurés entre la source de $Z_M \Omega$ jusqu'à la terminaison de $Z_L \Omega$ avec et sans insertion de l'équipement sous test (EUT, *equipment under test*), avec un niveau de LV dBm dans toutes les conditions d'effet de chargement de filtre HPF. La boucle d'essai de la figure n'est utilisée que pour l'essai en bande vocale. Elle est définie dans la Figure F.4. Un simulateur de circuit est appliqué aux essais en bande RNIS et VDSL.



NOTE – La boucle d'essai n'est utilisée que pour l'essai en bande vocale. Le simulateur de circuit est appliqué à l'essai en bande RNIS et VDSL.

G.993.1AMD1_F03

Figure F.3/G.993.1 – Montage d'essai d'affaiblissement d'insertion et temps de propagation de groupe absolu de filtre LPF

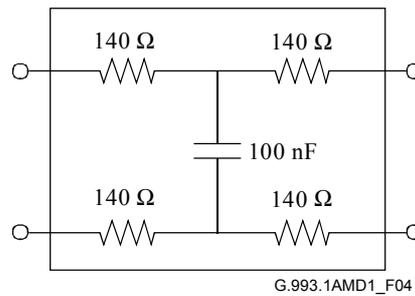


Figure F.4/G.993.1 – Boucle d'essai en bande vocale (environ 2 km)

Toutes les conditions possibles sont définies comme pour l'effet de chargement d'un filtre HPF bien que les conditions d'effet de chargement d'un filtre HPF soient dépendantes des types de séparateur représentés dans la Figure F.1. Donc, les conditions définies ci-dessous peuvent inclure des cas inapplicables qui ne permettent pas de vérifier un certain type d'implémentation concrète. Même dans ces types, la partie LPF du séparateur doit satisfaire toutes les exigences dans toutes les conditions définies ci-dessous.

Un courant de polarisation continu de J_x mA doit être appliqué à la partie LPF du séparateur pendant l'essai. Les composants C et L dans la Figure F.3 servent à superposer le courant de polarisation continu de J_x mA. Des valeurs appropriées de C et L devraient être fixées pour essayer chaque bande.

Les valeurs LV dBm, Z_M Ω , Z_L Ω , J_x mA, et les conditions d'effet de chargement d'un filtre HPF, dépendent de la bande d'essai et doivent être comme suit.

- 1) Bande vocale ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
 - LV = 0 dBm
 - $Z_M = Z_L = 600 \Omega$
 - $J_x = 50 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 20 \mu\text{F}$ et $L \geq 15 \text{ H}$)
 - a1) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = \text{circuit ouvert}$
 - b) Déconnexion de la ligne de la partie HPF bouclée sur R_V
- 2) Bande RNIS ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 - LV = +15 dBm
 - $Z_M = Z_L = 110 \Omega$
 - $J_x = 39 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 10 \mu\text{F}$ et $L \geq 0,5 \text{ H}$)
 - a1) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = \text{circuit ouvert}$
 - b) Déconnexion de la ligne de la partie HPF bouclée sur R_V
- 3) Bande de garde ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
 - non spécifié
- 4) Bande VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$): seulement pour affaiblissement d'insertion, non appliqué au temps de propagation de groupe.
 - LV = +15 dBm
 - $Z_M = Z_L = 100 \Omega$

$J_x = 39 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$)

Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = 100 \Omega$

F.2.3.8.1.2 Essai d'affaiblissement d'adaptation de la partie LPF

Le montage d'essai est représenté dans la Figure F.5. L'affaiblissement d'adaptation est mesuré en termes d'impédance complexe d'entrée, $Z_{in}(jf)$. La valeur $Z_{in}(jf)$ doit être mesurée avec insertion de l'équipement EUT et bouclage de l'extrémité opposée par l'impédance complexe de référence $Z_{ref}(jf)$. Noter que les accès où l'impédance $Z_{in}(jf)$ est mesurée sont opposés l'un à l'autre lors des essais en bande vocale et en bande RNIS. Concernant l'essai en bande VDSL, un effet sur l'itinéraire de signal VDSL est évalué comme effet discret de chargement de filtre LPF sans connexion de filtre HPF.

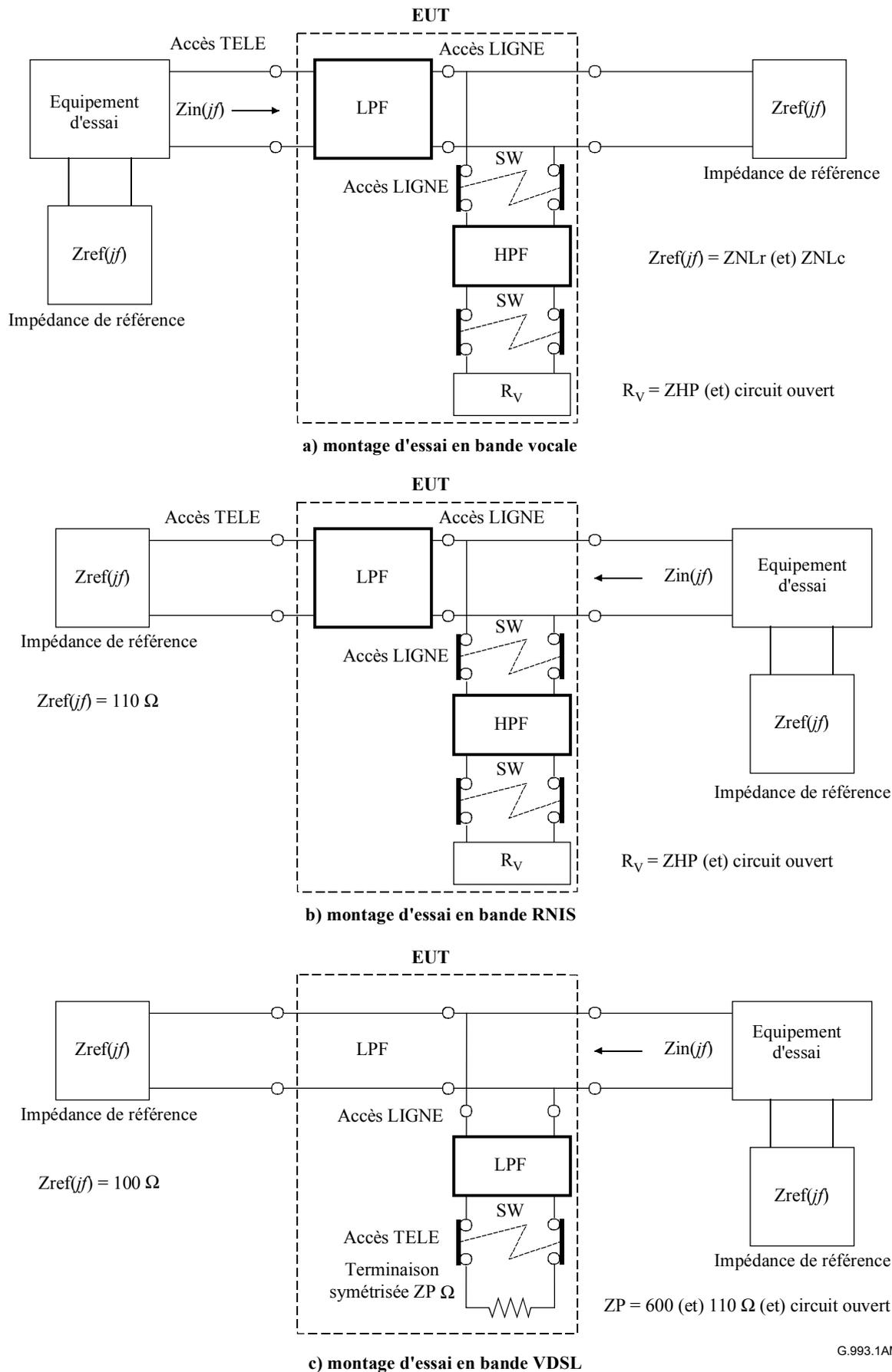


Figure F.5/G.993.1 – Montage d'essai pour affaiblissement d'adaptation de partie LPF

Un courant de polarisation continu n'est pas nécessairement appelé à s'appliquer pendant l'essai.

L'impédance $Z_{ref}(jf)$ et les conditions de chargement des filtres HPF et LPF dépendent de la bande d'essai et doivent être comme suit.

1) Bande vocale ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)

$Z_{ref}(jf) = Z_{NLr}$ pour les essais de séparateur d'extrémité VTU-R et Z_{NLc} pour les essais de séparateur d'extrémité VTU-O

où $Z_{NLr} = 150 \Omega + \{(830 \Omega + 1 \mu\text{F}) // 72 \text{ nF}\}$

$Z_{NLc} = 150 \Omega + (830 \Omega // 72 \text{ nF})$

(+: connexion en série //: connexion en parallèle)

NOTE – La définition de Z_{NLr} et Z_{NLc} est conforme au § E.4/G.992.3.

a1) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)

a2) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V =$ circuit ouvert

b) Déconnexion de la ligne de la partie HPF bouclée sur R_V

2) Bande RNIS ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)

$Z_{ref}(jf) = 110 \Omega$ purement résistifs

a1) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)

a2) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V =$ circuit ouvert

b) Déconnexion de la ligne de la partie HPF bouclée sur R_V

3) Bande de garde ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)

non spécifié

4) Bande VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)

$Z_{ref}(jf) = 100 \Omega$ purement résistifs

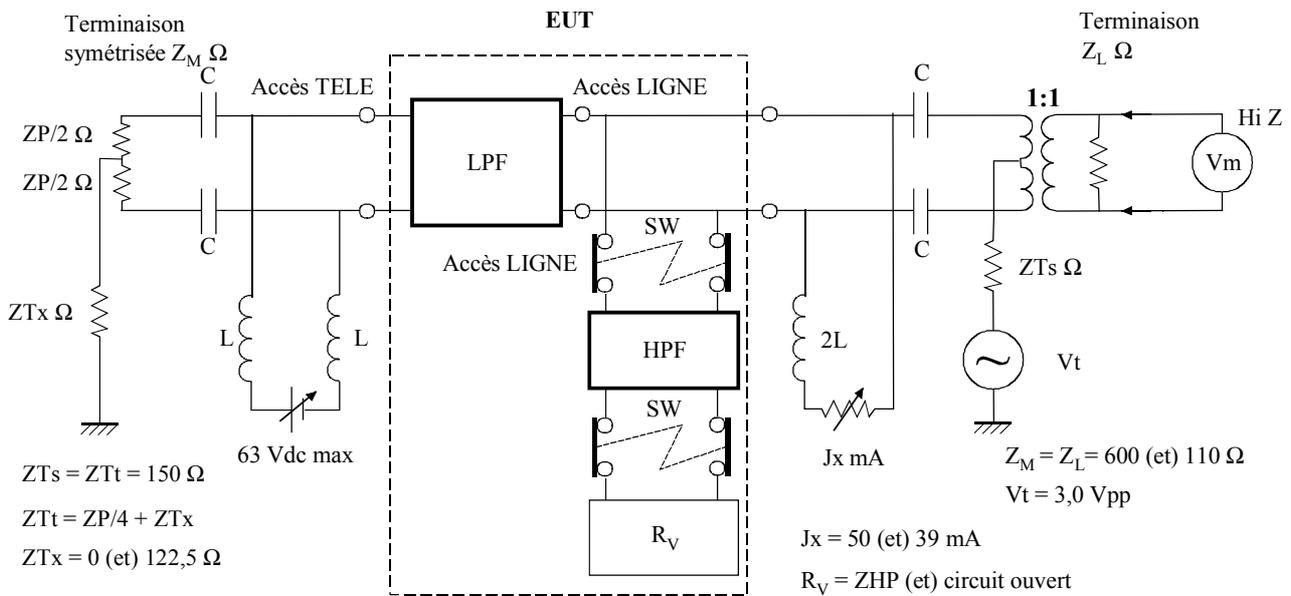
a1) Connexion à la ligne de la partie LPF seulement en parallèle et bouclage sur $Z_M = 600 \Omega$

a2) Connexion à la ligne de la partie LPF seulement en parallèle et bouclage sur $Z_M = 110 \Omega$

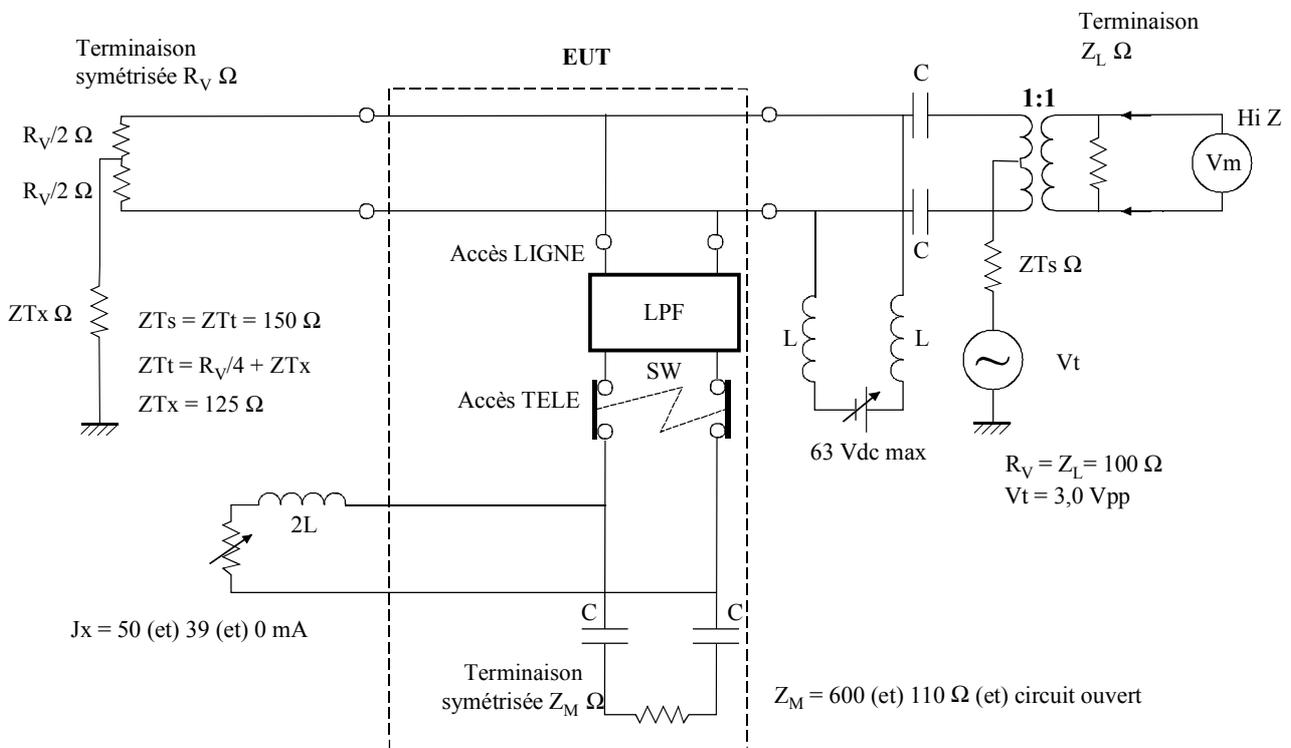
a3) Connexion à la ligne de la partie LPF seulement en parallèle et bouclage sur $Z_M =$ circuit ouvert

F.2.3.8.1.3 Essai de symétrie longitudinale de partie LPF

La symétrie longitudinale doit être mesurée dans toutes les conditions d'effet de chargement d'un filtre HPF grâce au montage d'essai représenté dans la Figure F.6. Concernant l'essai en bande VDSL, un effet sur itinéraire de signal VDSL est évalué comme effet discret de chargement de filtre LPF sans connexion de filtre HPF.



a) montage d'essai en bandes vocale et RNIS



b) montage d'essai en bande VDSL

G.993.1AMD1_F06

Figure F.6/G.993.1 – Montage d'essai pour symétrie longitudinale de partie LPF

L'impédance de source de $Z_Ts \Omega$ et l'impédance terminale de $Z_{Tt} \Omega$ en mode commun sont conformes aux exigences spécifiées dans la Rec. UIT-T K.43, et doivent être de 150Ω , où $Z_Ts = Z_{Tt} (= Z_M/4 + Z_{Tx})$.

La force électromotrice $V_t(f)$ de la source de tension constante doit être $3,0$ Vpp (f.é.m. crête à crête), et ce niveau exprimé en Vf.é.m correspond au niveau en dBm de $+7,5$ dBm pour le générateur de signaux avec la source de 50Ω et la terminaison de 50Ω .

Un courant de polarisation continu de J_x mA doit être appliqué pendant l'essai à la partie LPF du séparateur. Des valeurs appropriées des composants C et L dans la figure devraient être fixées pour les essais de chaque bande.

Les valeurs Z_M Ω , Z_L Ω , Z_{Tx} Ω , J_x mA, et les conditions de chargement des filtres HPF et LPF, dépendent de la bande d'essai et doivent être comme suit.

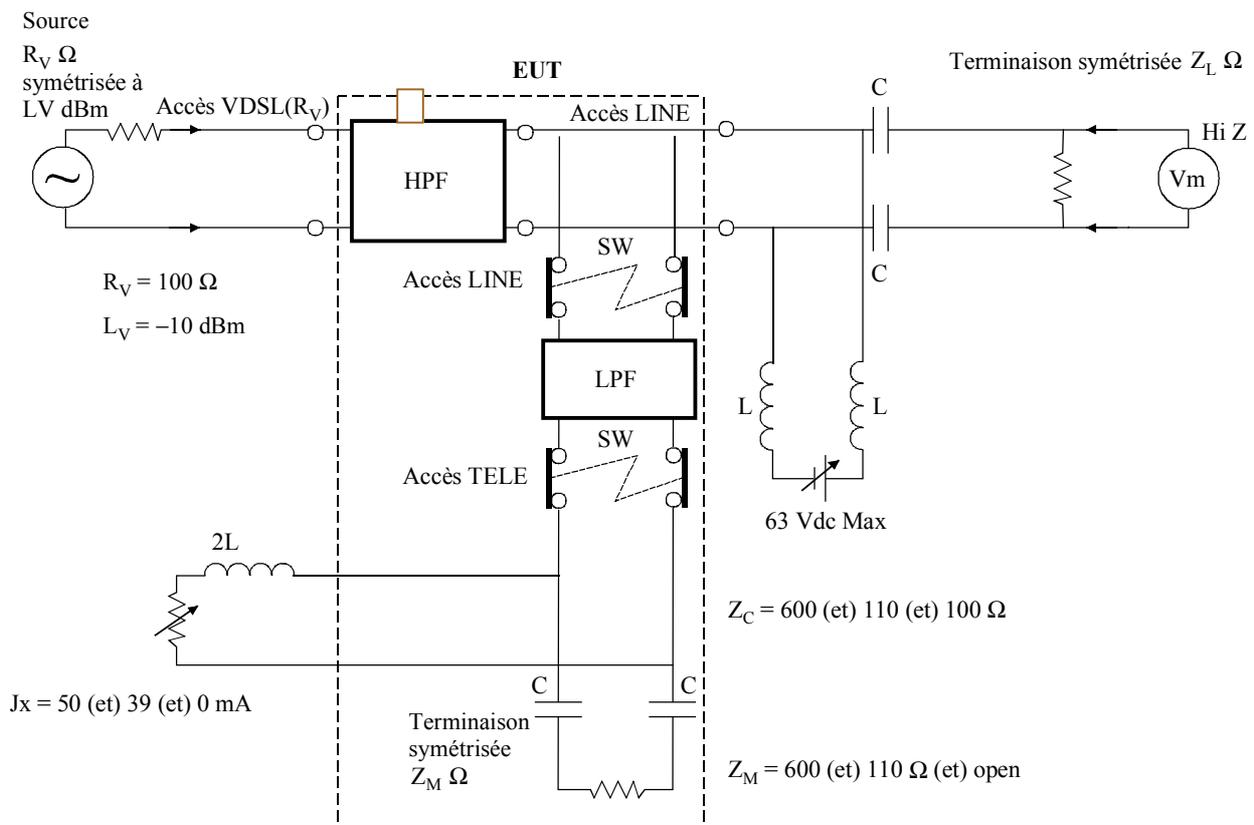
- 1) Bande vocale ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.é.m.)
 $Z_M = Z_L = 600 \Omega$
 $Z_{Tx} = 0 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 20 \mu\text{F}$ et $L \geq 15 \text{ H}$)
 - a1) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V =$ circuit ouvert
 - b) Déconnexion de la ligne de la partie HPF bouclée sur R_V
- 2) Bande RNIS ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.é.m.)
 $Z_M = Z_L = 110 \Omega$
 $Z_{Tx} = 122,5 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 10 \mu\text{F}$ et $L \geq 0,5 \text{ H}$)
 - a1) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie HPF bouclée sur $R_V =$ circuit ouvert
 - b) Déconnexion de la ligne de la partie HPF bouclée sur R_V
- 3) Bande de garde ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
non spécifié
- 4) Bande VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.é.m.)
 $R_V = Z_L = 100 \Omega$
 $Z_{Tx} = 125 \Omega$
 - a1) Connexion à la ligne de la partie LPF seulement en parallèle et bouclage sur $Z_M = 600 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie LPF seulement en parallèle et bouclage sur $Z_M = 110 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a3) Connexion à la ligne de la partie LPF seulement en parallèle et bouclage sur $Z_M =$ circuit ouvert
Aucun courant de polarisation continu.

F.2.3.8.2 Méthode d'essai des caractéristiques d'itinéraire de signal dans un filtre HPF et d'effet de chargement de filtre HPF

Les configurations de montage d'essai et les conditions d'essai concernant les caractéristiques en courant alternatif d'un séparateur pour la partie HPF du séparateur sont spécifiées dans le présent paragraphe. Les exigences qui doivent être satisfaites dans l'essai ci-dessous sont spécifiées dans le § F.2.3.7.2.

F.2.3.8.2.1 Essai d'affaiblissement d'insertion et de temps de propagation de groupe absolu d'une partie HPF

Le montage d'essai est représenté dans la Figure F.7. L'affaiblissement d'insertion et le temps de propagation de groupe entre la source $R_V \Omega$ jusqu'à la terminaison $Z_L \Omega$ doivent être mesurés, avec et sans insertion EUT, avec un niveau de LV dBm dans toutes les conditions d'effet de chargement de filtre LPF.



G.993.1AMD1_F07

Figure F.7/G.993.1 – Montage d'essai pour affaiblissement d'insertion et temps de propagation de groupe absolu de partie HPF

Toutes les conditions possibles sont définies concernant l'effet de chargement de filtre LPF bien que les conditions de l'effet de chargement de filtre LPF soient dépendantes des types de séparateur représentés dans la Figure F.1. Donc, les conditions définies ci-dessous peuvent inclure des cas inapplicables qui ne permettent pas de vérifier un certain type de réalisation concrète. Même dans ces types, la partie HPF du séparateur doit satisfaire toutes les exigences dans toutes les conditions définies ci-dessous.

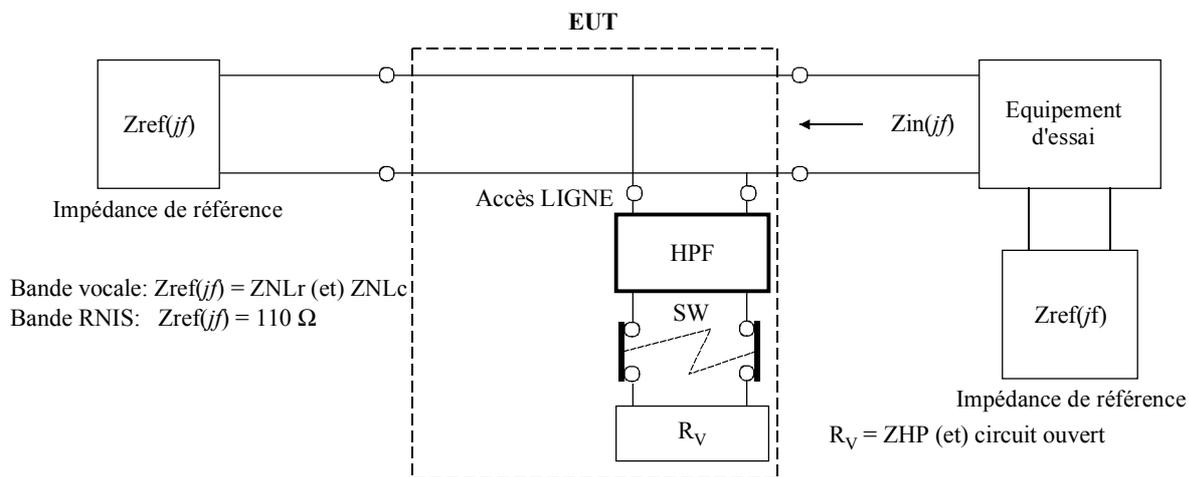
Un courant de polarisation continu de Jx mA doit être appliqué à la partie LPF du séparateur pendant l'essai dans tous les cas possibles. Des valeurs appropriées des composants C et L devraient être fixées pour les essais de chaque bande.

Les valeurs L_V dBm, $R_V \Omega$, $Z_L \Omega$, J_x mA et les conditions de l'effet de chargement de filtre LPF doivent être comme suit, où $Z_L \Omega$, J_x mA et les conditions de l'effet de chargement de filtre LPF dépendent de la bande d'essai.

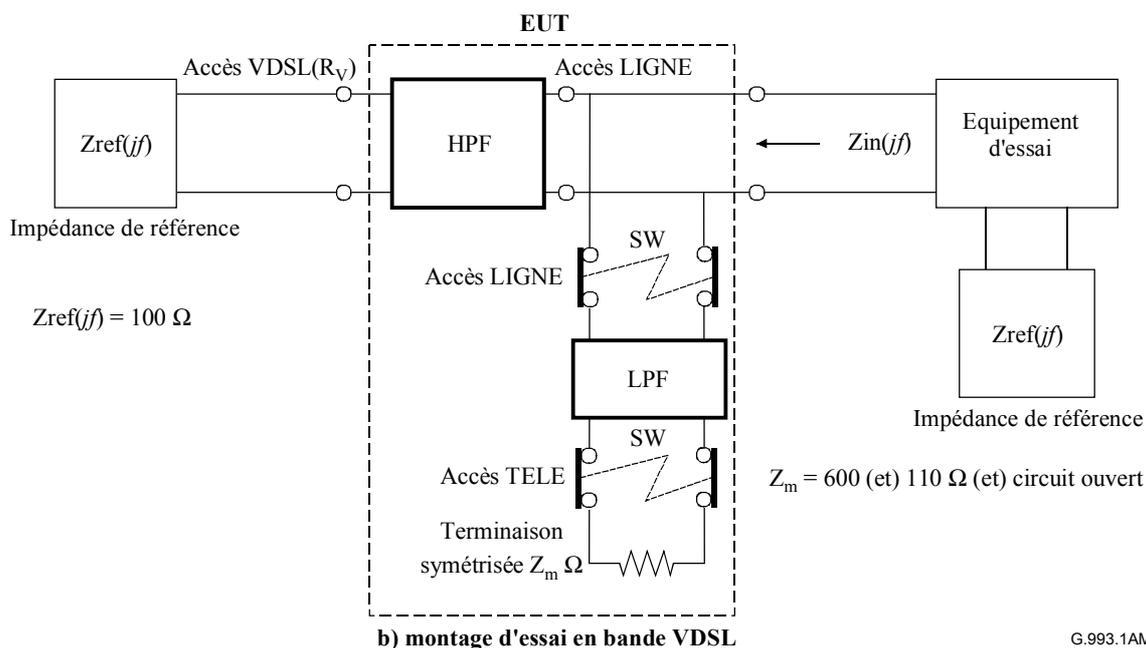
- 1) Bande vocale ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$): seulement pour affaiblissement d'insertion, valeur non appliquée au temps de propagation de groupe.
 $L_V = -10 \text{ dBm}$
 $R_V = 100 \Omega$
 $Z_L = 600 \Omega$
 Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 600 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 20 \mu\text{F}$ et $L \geq 15 \text{ H}$)
- 2) Bande RNIS ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$): seulement pour affaiblissement d'insertion, valeur non appliquée au temps de propagation de groupe.
 $L_V = -10 \text{ dBm}$
 $R_V = 100 \Omega$
 $Z_L = 110 \Omega$
 Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 110 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 10 \mu\text{F}$ et $L \geq 0,5 \text{ H}$)
- 3) Bande de garde ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
 non spécifié
- 4) Bande VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $L_V = -10 \text{ dBm}$
 $R_V = Z_L = 100 \Omega$
 - a1) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 600 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 110 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a3) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = \text{circuit ouvert}$
 Aucun courant de polarisation continu
 - b) Déconnexion de la ligne de la partie LPF bouclée sur Z_M
 Aucun courant de polarisation continu

F.2.3.8.2.2 Essai d'affaiblissement d'adaptation de partie HPF

Le montage d'essai est représenté dans la Figure F.8. L'affaiblissement d'adaptation est mesuré en termes d'impédance d'entrée complexe $Z_{in}(jf)$ mesurée avec insertion de l'équipement EUT et bouclage de l'extrémité opposée par l'impédance complexe de référence $Z_{ref}(jf)$. Concernant l'essai en bandes vocale et RNIS, les effets sur les itinéraires de signal RNIS sont évalués comme un effet discret de chargement de filtre HPF sans connexion de filtre LPF.



a) montage d'essai en bandes vocale et RNIS



b) montage d'essai en bande VDSL

G.993.1AMD1_F08

Figure F.8/G.993.1 – Montage d'essai pour affaiblissement d'adaptation de partie HPF

L'application d'un courant de polarisation continu n'est pas nécessairement requise pendant l'essai.

La valeur $Z_{ref}(jf)$ et les conditions de l'effet de chargement de filtre LPF et HPF dépendent de la bande d'essai et doivent être comme suit.

- 1) Bande vocale ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)

$Z_{ref}(jf) = Z_{NLr}$ pour les essais de séparateur d'extrémité VTU-R et Z_{NLc} pour les essais de séparateur d'extrémité VTU-O

où $Z_{NLr} = 150 \Omega + \{(830 \Omega + 1 \mu\text{F}) // 72 \text{ nF}\}$

$Z_{NLc} = 150 \Omega + (830 \Omega // 72 \text{ nF})$

(+ : connexion en série // : connexion en parallèle)

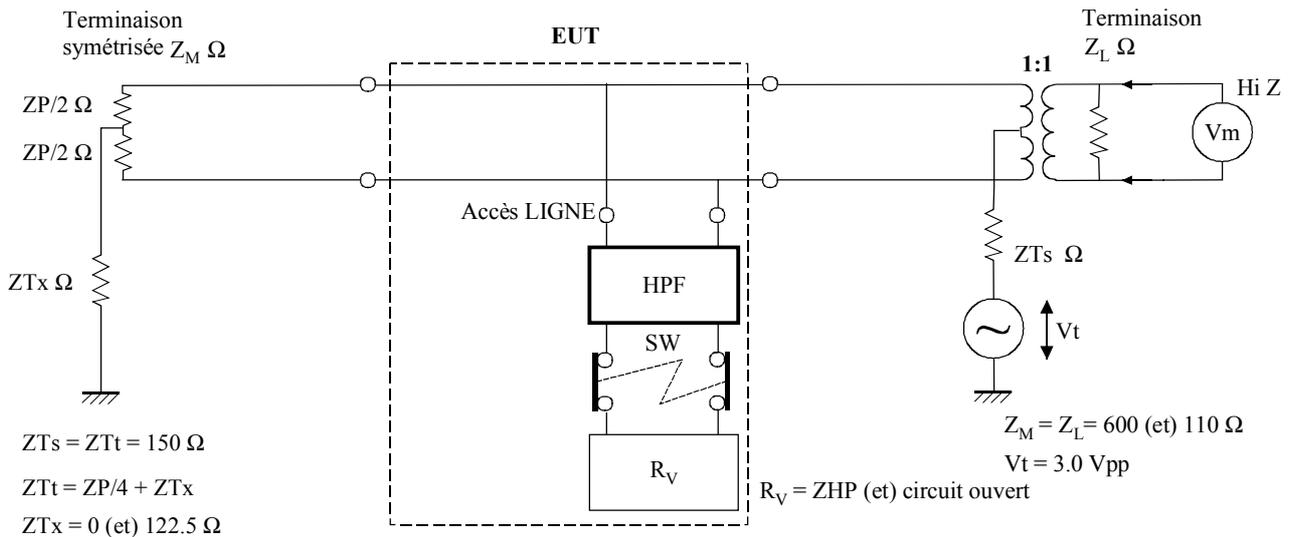
NOTE – La définition de Z_{NLr} et Z_{NLc} est conforme au § E.4/G.992.3.

- a1) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_v = Z_{HP}$ (défini dans la Figure F.2)

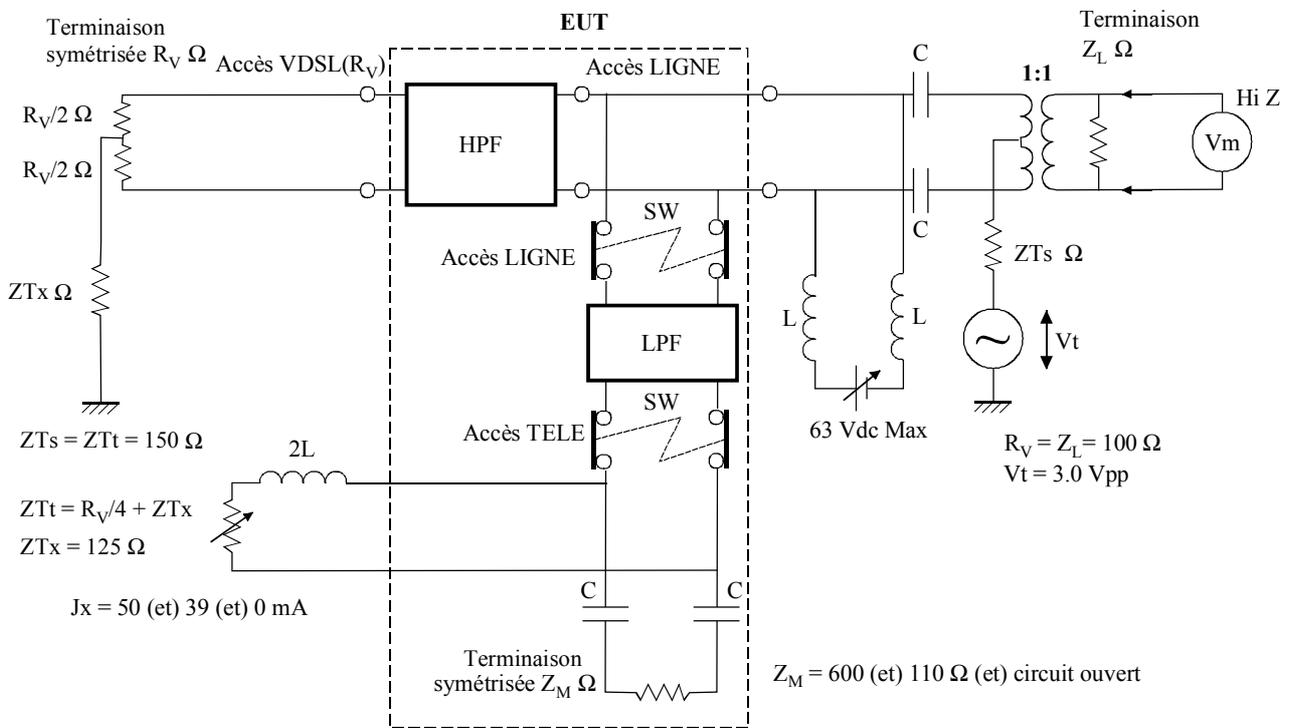
- a2) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_V = \text{circuit ouvert}$
- 2) Bande RNIS ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 $Z_{\text{ref}}(jf) = 110 \Omega$ purement résistifs
 - a1) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_V = Z_{\text{HP}}$ (défini dans la Figure F.2)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_V = \text{circuit ouvert}$
- 3) Bande de garde ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
non spécifié
- 4) Bande VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $Z_{\text{ref}}(jf) = 100 \Omega$ purement résistifs
 - a1) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 600 \Omega$
 - a2) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 110 \Omega$
 - a3) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = \text{circuit ouvert}$
 - b) Déconnexion de la ligne de la partie LPF bouclée sur Z_M

F.2.3.8.2.3 Essai de symétrie longitudinale de partie HPF

La symétrie longitudinale doit être mesurée dans toutes les conditions d'effet de chargement de filtre LPF grâce au montage d'essai représenté dans la Figure F.9. Concernant l'essai en bandes vocale et RNIS, les effets sur les itinéraires de signal RNIS sont évalués comme effet discret de chargement de filtre HPF sans connexion de filtre LPF.



a) montage d'essai en bandes vocale et RNIS



b) montage d'essai en bande VDSL

G.993.1AMD1_F09

Figure F.9/G.993.1 – Montage d'essai de symétrie longitudinale de partie HPF

L'impédance de source $Z_{Ts} \Omega$ et l'impédance terminale $Z_{Tt} \Omega$ en mode commun sont conformes à l'exigence spécifiée dans la Rec. UIT-T K.43, et doivent être de 150Ω , où $Z_{Ts} = Z_{Tt} = R_V/4 + Z_{Tx}$.

La force électromotrice $V_t(f)$ de la source de tension constante doit être $3,0$ Vpp (f.é.m.), et ce niveau exprimé en Vf.é.m correspond au niveau de $+7,5$ dBm pour le générateur de signaux avec la source de 50Ω et la terminaison de 50Ω .

Un courant de polarisation continu de J_x mA doit être appliqué à la partie LPF du séparateur pendant l'essai dans tous les cas possibles. Des valeurs appropriées des composants C et L devraient être fixées pour les essais de chaque bande.

Les valeurs $Z_M \Omega$, $Z_L \Omega$, $Z_{Tx} \Omega$, J_x mA et les conditions d'effet de chargement de filtre LPF et HPF dépendent de la bande d'essai et doivent être comme suit.

- 1) Bande vocale ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.é.m.)
 $Z_M = Z_L = 600 \Omega$
 $Z_{Tx} = 0 \Omega$
 - a1) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)
Aucun courant de polarisation continu
 - a2) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_V =$ circuit ouvert
Aucun courant de polarisation continu
- 2) Bande RNIS ($4.0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.é.m.)
 $Z_M = Z_L = 110 \Omega$
 $Z_{Tx} = 122,5 \Omega$
 - a1) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_V = Z_{HP}$ (définie dans la Figure F.2)
Aucun courant de polarisation continu
 - a2) Connexion à la ligne de la partie HPF seulement en parallèle et bouclage sur $R_V =$ circuit ouvert
Aucun courant de polarisation continu
- 3) Bande de garde ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
non spécifié
- 4) Bande VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.é.m.)
 $R_V = Z_L = 100 \Omega$
 $Z_{Tx} = 125 \Omega$
 - a1) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 600 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a2) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M = 110 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (par exemple, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ et $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a3) Connexion à la ligne de la partie LPF bouclée sur $Z_M =$ circuit ouvert
Aucun courant de polarisation continu
 - b) Déconnexion de la ligne de la partie LPF bouclée sur Z_M
Aucun courant de polarisation continu

F.3 Boucles d'essai et perturbateurs diaphoniques

F.3.1 Boucles d'essai

F.3.1.1 Configurations de circuit

Les boucles d'essai spécifiées dans la Figure F.10 doivent être utilisées afin de contrôler la qualité de transmission des lignes VDSL.

- 1) Les deux sortes de paires de fils suivantes sont désignées en abrégé par TP et FP dans la Figure F.10:

TP: câble PE de 0,4 mm – câble à paires multiples isolées au polyéthylène en configuration de quarte

FP: paire PVC de 0,5 mm – paire unique plate et non torsadée à isolation de polychlorure de vinyle

- 2) Les valeurs nominales de X_j ($j = 0 - 2$) et Y_j ($j = 0 - 2$) indiquées dans la Figure F.10 comme tronçons de longueur variable sont les suivantes. Les longueurs de câble TP vont de 0 m à 1500 m et les longueurs de paire FP sont de 0 m et 50 m. Une prise en dérivation (BT, *bridged tap*) est un tronçon non bouclé, à circuit ouvert et raccordé en dérivation.

$X_0 = 0$ m

$X_1 = 300, 500, 1000, 1200, 1500$ m

$X_2 = 25, 50$ m

$Y_0 = 0$ m

$Y_1 = 50$ m

$Y_2 = 5$ à 50 m par échelons de 5 m

Y_{2DS} : longueur la plus significative pour la qualité de transmission en aval

Y_{2US} : longueur la plus significative pour la qualité de transmission en amont

$Y_{2X} = Y_{2DS}$ pour essai de qualité en aval et Y_{2US} pour essai de qualité en amont

NOTE – La question de savoir si l'échelon de 5 m dans la longueur du tronçon BT offre un degré de précision suffisant lors de l'essai de qualité de transmission par ligne VDSL fera l'objet d'une étude complémentaire.

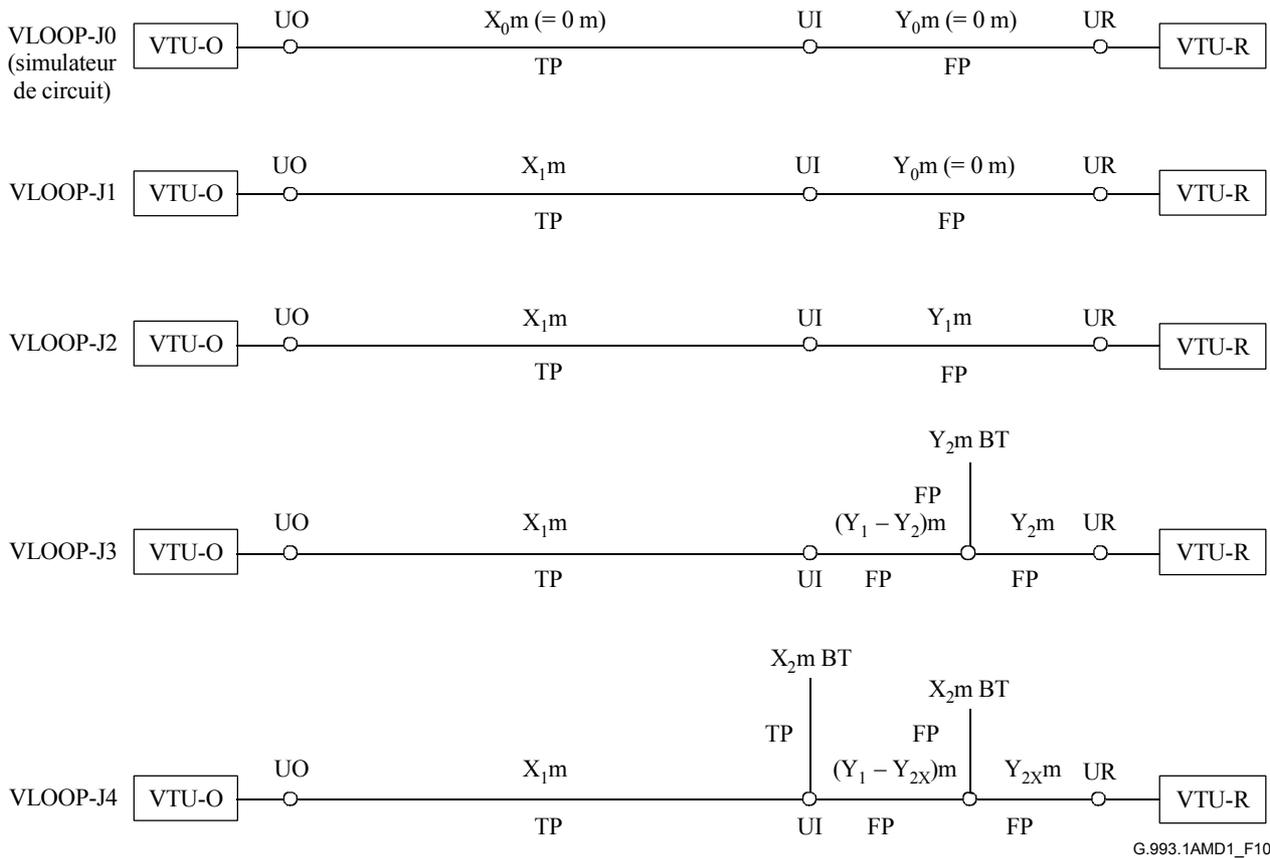


Figure F.10/G.993.1 – Boucles d'essai VDSL pour environnement coexistant avec les lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS

F.3.1.2 Constantes de circuit primaires

Les constantes de circuit primaires sont R , L , C , et G . Les équations ci-dessous indiquent les valeurs de R en Ω/m , de L en H/m , de G en S/m , de C en F/m , et de f (fréquence) en Hz . Les valeurs des coefficients sont représentées dans le Tableau F.6.

$$R = 2(R_i + R_n + R_{ns}) \quad [\text{ohm/m}]$$

$$L = 2(L_a + L_i + L_n + L_{ns}) \quad [H/m]$$

$$C = C_i + \frac{C_{0a}}{(f+1)^{ce}} \quad [F/m]$$

$$G = 2\pi f^{ge} C \tan \delta \quad [S/m]$$

$$R_i = \frac{1}{\pi r_i^2 \sigma_i} \operatorname{Re} \left[\frac{\lambda J_0(\lambda)}{2 J_1(\lambda)} \right] : \text{effet pelliculaire}$$

$$R_n = \frac{1}{\pi d_i^2 \sigma_i} \operatorname{Re} \left[-\lambda \frac{J_1(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{effet des courants de Foucault dans une paire}$$

$$R_{ns} = \frac{1}{\pi d_i^2 \sigma_i} 4 \operatorname{Re} \left[-\lambda \frac{J_1(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{effet des courants de Foucault dans une quarte (de câble PE de 0,4 mm)}$$

$R_{ns} = 0$: effet des courants de Foucault dans une quarte (de paires FP de 0,5 mm PVC)

$$La = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{d_i}{r_i}\right) : \text{inductance externe}$$

$$Li = \frac{\mu_i}{2\pi} \operatorname{Re}\left[-\frac{1}{\lambda} \frac{J_0(\lambda)}{J_1(\lambda)}\right] : \text{effet pelliculaire}$$

$$Ln = -\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{r_i}{d_i}\right)^2 \operatorname{Re}\left[-\frac{J_2(\lambda)}{J_0(\lambda)}\right] : \text{effet des courants de Foucault dans une paire}$$

$$Lns = -\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{r_i}{d_i}\right)^2 4 \operatorname{Re}\left[-\frac{J_2(\lambda)}{J_0(\lambda)}\right] : \text{effet des courants de Foucault dans une quarte (de câble PE de 0,4 mm)}$$

$$Lns = 0 : \text{effet des courants de Foucault dans une quarte (de paires FP de 0,5 mm PVC)}$$

où:

J_0, J_1, J_2 : fonctions de Bessel d'ordre 0, 1 et 2

$\operatorname{Re}[\]$: partie réelle dans []

$$\lambda \equiv (1+j) \frac{r_i}{\delta_i}$$

r_i : rayon du conducteur [m]

$$\delta_i = \sqrt{\frac{2}{\omega \sigma_i \mu_i}} : \text{profondeur de pénétration [m]}$$

σ_i : conductivité du cuivre (conducteur) [S/m]

μ_0 : perméabilité du vide [H/m]

μ_i : perméabilité du cuivre (conducteur) [H/m]: = $\mu_r \mu_0$

μ_r : perméabilité du cuivre (conducteur)

ω : fréquence angulaire [rad/m]

d_i : distance entre centres de fil (conducteur) d'une paire [m]

$$d_i = 2\sqrt{2}(r_i + CO_i) : \text{dans le cas d'un câble PE de 0,4 mm}$$

$$d_i = 2(r_i + CO_i) : \text{dans le cas d'une paire FP de 0,5 mm PVC}$$

CO_i : épaisseur de l'isolant d'un fil (conducteur) [m]

Tableau F.6/G.993.1 – Valeurs des coefficients

Item	Câble TP (0,4 mm PE)	Paire FP (0,5 mm PVC)
r_i [m]	$0,2 \times 10^{-3}$	$0,25 \times 10^{-3}$
CO_i [m]	$0,13 \times 10^{-3}$	$0,78 \times 10^{-3}$
C_i [F/m]	50×10^{-12}	20×10^{-12}
C_{oa} [F/m]	0	20×10^{-12}
ce	0	0,095
tan δ	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-1}$
ge	1,16	0,895
σ_i [S/m]	$5,8 \times 10^7$	$5,8 \times 10^7$
μ_0 [H/m]	$4\pi \times 10^{-7}$	$4\pi \times 10^{-7}$
μ_r	1	1

F.3.1.3 Caractéristiques de la fonction de transfert en ligne et de la boucle d'essai

La fonction de transfert en ligne (de tension) fondée sur la constante de propagation est donnée ci-dessous. La fonction de transfert ci-dessous implique l'absence de désadaptation d'impédance et des bouclages parfaits sur les impédances caractéristiques aux deux extrémités. Il s'agit par ailleurs d'une approximation simplifiée.

$$H(f) = e^{\gamma_{TP} X} e^{\gamma_{FP} Y}$$

$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$: constante de propagation

X, Y: distance en ligne [m]

Les caractéristiques de la boucle d'essai de référence sont présentées dans les Tableaux F.7, F.8 et F.9. Elles résultent de calculs utilisant la fonction de transfert en ligne et les valeurs de coefficient ci-dessus.

NOTE – L'affaiblissement d'insertion avec une impédance de source de 100 Ω et une impédance terminale de 100 Ω devrait être calculé au moyen des paramètres de circuit ABCD. Le résultat dépend de la longueur et de la composition du circuit.

Tableau F.7/G.993.1 – Affaiblissement sur la fréquence conjuguée de la boucle d'essai en décibels à titre de référence

Type de boucle	Longueur de boucle	Fréquence [MHz]									
		f_1	$f_{1\downarrow}$		f_2		f_3		f_4		f_5
		0,138	0,640	2,195	3,75	4,475	5,20	6,85	8,50	10,25	12,00
TP	300 m	3,27 dB	6,13	11,8	15,7	17,3	18,7	21,8	24,6	27,4	30,0
FT	50 m	0,27 dB	0,57	1,22	1,74	1,96	2,18	2,65	3,09	3,54	3,98

**Tableau F.8/G.993.1 – Temps de propagation de groupe dans la boucle
d'essai en microsecondes à titre de référence**

Type de boucle	Longueur de boucle	Fréquence [MHz]									
		f_1	f_{1j}		f_2		f_3		f_4		f_5
		0,138	0,640	2,195	3,75	4,475	5,20	6,85	8,50	10,25	12,00
TP	300 m	1,73 μ s	1,63	1,58	1,57	1,57	1,57	1,56	1,56	1,56	1,56
FT	50 m	0,24 μ s	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22

**Tableau F.9/G.993.1 – Impédance caractéristique de la boucle
d'essai en ohms à titre de référence**

Type de boucle	Fréquence [MHz]									
	f_1	f_{1j}		f_2		f_3		f_4		f_5
	0,138	0,640	2,195	3,75	4,475	5,20	6,85	8,50	10,25	12,00
TP	125 Ω	114	109	107	107	107	106	106	105	105
FT	191 Ω	188	187	187	187	187	187	187	187	188

F.3.2 Perturbateurs diaphoniques

F.3.2.1 Types de perturbateur

Les mesures de marge de diaphonie sont relevées avec plusieurs types de perturbateurs: bruit endogène des lignes VDSL (Rec. UIT-T G.993.1), lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS (Appendice III/G.961), lignes ADSL (Annexe C/G.992.1, bit DBM) et dispositifs PNT (Rec. UIT-T G.989.1).

1) Deux sortes de modèle de bruit sont définis: le bruit A et le bruit B_j ($j = 1 - 4$).

Du bruit A seulement ou du bruit A + chacun des bruits B_j ($j = 1$ ou 2 ou 3 ou 4) doit être injecté à chaque accès UI ou UO défini dans la Figure F.10. L'essai devrait être effectué plusieurs (3 à 4) fois.

Une combinaison de bruit B_j et de bruit B_k ($j \neq k$) n'est pas utilisée pour l'essai de qualité de transmission. De même, une injection simultanée aux deux accès UI et UO n'est pas utilisée.

Bruit A = AWGN (bruit blanc gaussien additif) à -140 dBm/Hz.

Bruit B_1 = paradiaphonie (NEXT) et télédiaphonie (FEXT) endogènes avec 9 lignes VDSL (voir § F.3.2.2 concernant la densité PSD du perturbateur).

Bruit B_2 = paradiaphonie (NEXT) et télédiaphonie (FEXT) avec 9 lignes ADSL (voir Rec. UIT-T G.996.1 concernant la densité PSD du perturbateur).

Bruit B_3 = paradiaphonie (NEXT) avec 9 dispositifs PNT (voir § F.3.2.2 et Rec. UIT-T G.989.1 concernant la densité PSD du perturbateur).

Bruit B_4 = alternance de paradiaphonie (NEXT) et de télédiaphonie (FEXT) avec 9 lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS (voir Rec. UIT-T G.996.1 concernant la densité PSD du perturbateur).

NOTE 1 – Les diaphonies NEXT et FEXT avec des dispositifs PNT apparaissent alternativement dans la même bande de fréquences et ne sont pas cyclostationnaires. L'Annexe F adopte seulement l'injection de diaphonie NEXT aux fins de l'essai de lignes VDSL, en tant que diaphonie significative.

NOTE 2 – Les diaphonies NEXT et FEXT avec des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS apparaissent alternativement dans la même bande de fréquences et sont cyclostationnaires. L'Annexe F adopte l'injection des diaphonies NEXT et FEXT aux fins des essais de ligne VDSL comme défini dans la Rec. UIT-T G.996.1 aux fins des essais de ligne ADSL.

NOTE 3 – L'injection de la diaphonie NEXT avec des lignes VDSL et ADSL concerne l'essai de l'étendue dynamique d'un signal d'entrée dans un récepteur de ligne VDSL.

- 2) Seule la condition intraquarte est définie pour le bruit B.

Les valeurs de l'affaiblissement évalué par la somme des puissances (PSL) de diaphonie (XT) pour 9 perturbateurs avec 1% de cas le moins favorable sont définies ci-dessous. C'est la raison pour laquelle le câble à isolation PE adopte cinq quarts (= dix paires) d'assemblage unitaire, de sorte que le nombre maximal de perturbateurs dans une unité est de neuf.

$$\text{NPSL9 (PSL de NEXT)} = 49,5 \text{ dB à } f_{\text{NEXT}} = 160 \times 10^3 \text{ Hz}$$

$$\text{FPSL9 (PSL de FEXT)} = 51,5 \text{ dB à } f_{\text{FEXT}} = 160 \times 10^3 \text{ Hz et } d_{\text{FEXT}} = 1 \times 10^3 \text{ m}$$

- 3) Seul le tronçon (X_1) de câble TP doit être considéré dans la Figure F.10 comme un trajet de couplage diaphonique. Plus précisément, le tronçon (X_2) de câble TP (dérivation BT) ne doit pas être incorporé dans la densité PSD perturbatrice de diaphonie FEXT simulée, dans le cadre du trajet de couplage FEXT. Concernant le tronçon FP dans la Figure F.10, aucune diaphonie n'est prise en compte car ce tronçon n'est constitué que d'une seule paire.

F.3.2.2 Densité spectrale de puissance des perturbateurs

Les fonctions de densité spectrale de puissance (PSD, *power spectral density*), exprimées en W/Hz pour les perturbateurs des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS et des lignes ADSL, sont définies dans la Rec. UIT-T G.996.1. Les fonctions PSD relatives aux perturbateurs VDSL sont représentées dans le § F.3.2.2.1 et sont conformes aux exigences de densité PSD spécifiées dans le § F.1. La densité PSD des dispositifs PNT est définie dans la Rec. UIT-T G.989.1 et est reproduite dans le § F.3.2.2.2.

F.3.2.2.1 Densité PSD perturbatrice des lignes VDSL

Deux sortes de densité PSD perturbatrice de ligne VDSL sont définies. L'une concerne une ligne VDSL qui permet un fonctionnement concomitant avec le poste téléphonique sur la même paire de fils grâce aux fréquences au-dessus de 0,138 MHz (= f_1). L'autre concerne une ligne VDSL qui permet un fonctionnement concomitant avec les lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS sur la même paire de fils grâce aux fréquences au-dessus de 0,64 MHz (= $f_{1,j}$). Ces deux sortes de densité sont abrégées par VDSL-x, où x = P (téléphonie) et x = I (RNIS). La densité PSD perturbatrice des lignes VDSL-I d'aval est différente de la densité PSD perturbatrice des lignes VDSL-P d'aval, de sorte qu'elles sont abrégées en VDSL-I-DS et VDSL-P-DS. Par ailleurs, la densité PSD perturbatrice des lignes VDSL-I d'amont est la même que celle des lignes VDSL-P, de sorte qu'elles sont toutes les deux abrégées en VDSL-US.

La densité PSD à une extrémité des lignes perturbatrices VDSL-P et VDSL-I d'aval est exprimée en W/Hz comme suit. De même, la densité PSD à une extrémité de ligne perturbatrice VDSL d'amont est exprimée en W/Hz comme suit.

$$PSD_{VDSL-P-DS}(f) = 10 \frac{KDS-P(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

$$PSD_{VDSL-I-DS}(f) = 10 \frac{KDS-I(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

$$PSD_{VDSL-US}(f) = 10 \frac{KUS-I(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

où:

$$f_1 = 0,138 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_{1J} = 0,64 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 3,75 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 5,2 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_4 = 8,5 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_5 = 12 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$\Delta f_T = 0,175 \times 10^6 \text{ Hz: bande de transition } f_{1J}, f_2, f_3, f_4, \text{ et } f_5$$

$$\Delta f_{TX} = 0,018 \times 10^6 \text{ Hz: bande de transition } f_1$$

$$KDS - P(f) = \begin{cases} -120 \text{ dBm/Hz} & 0 \text{ Hz} < f < 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -60 + (50 / \Delta f_{TX}) \times (f - f_1) \text{ dBm/Hz} & f_1 - \Delta f_{TX} \leq f \leq f_1 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_1 < f < f_2 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_2) \text{ dBm/Hz} & f_2 \leq f \leq f_2 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_2 + \Delta f_T < f < f_3 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_3) \text{ dBm/Hz} & f_3 - \Delta f_T \leq f \leq f_3 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_3 < f < f_4 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_4) \text{ dBm/Hz} & f_4 \leq f \leq f_4 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_4 + \Delta f_T < f < 30 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -120 \text{ dBm/Hz} & 30 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < \infty \end{cases}$$

$$KDS - I(f) = \begin{cases} -120 \text{ dBm/Hz} & 0 \text{ Hz} < f < 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -110 \text{ dBm/Hz} & 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -100 \text{ dBm/Hz} & 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < f_{1J} - \Delta f_T \\ -60 + (40 / \Delta f_T) \times (f - f_{1J}) \text{ dBm/Hz} & f_{1J} - \Delta f_T \leq f \leq f_{1J} \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_{1J} < f < f_2 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_2) \text{ dBm/Hz} & f_2 \leq f \leq f_2 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_2 + \Delta f_T < f < f_3 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_3) \text{ dBm/Hz} & f_3 - \Delta f_T \leq f \leq f_3 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_3 < f < f_4 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_4) \text{ dBm/Hz} & f_4 \leq f \leq f_4 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_4 + \Delta f_T < f < 30 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -120 \text{ dBm/Hz} & 30 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < \infty \end{cases}$$

$$KUS(f) = \begin{cases} -120 \text{ dBm/Hz} & 0 \text{ Hz} < f < 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -110 \text{ dBm/Hz} & 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -100 \text{ dBm/Hz} & 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < f_2 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_{1J}) \text{ dBm/Hz} & f_2 - \Delta f_T \leq f \leq f_2 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_2 < f < f_3 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_3) \text{ dBm/Hz} & f_3 \leq f \leq f_3 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_3 + \Delta f_T < f < f_4 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_4) \text{ dBm/Hz} & f_4 - \Delta f_T \leq f \leq f_4 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_4 < f < f_5 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_5) \text{ dBm/Hz} & f_5 \leq f \leq f_5 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_5 + \Delta f_T < f < 30 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -120 \text{ dBm/Hz} & 30 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < \infty \end{cases}$$

Les densités perturbatrices $PSD_{VDSL-P-DS}(f)$ et $PSD_{VDSL-US}(f)$ en dBm/Hz sont présentées dans la Figure F.11. Les densités perturbatrices $PSD_{VDSL-I-DS}(f)$ et $PSD_{VDSL-US}(f)$ en dBm/Hz sont présentées dans la Figure F.12. Dans les Figures F.11 et F.12, un trait plein indique la densité $PSD_{VDSL-x-DS}(f)$ d'aval, et un trait interrompu indique la densité $PSD_{VDSL-US}(f)$ d'amont.

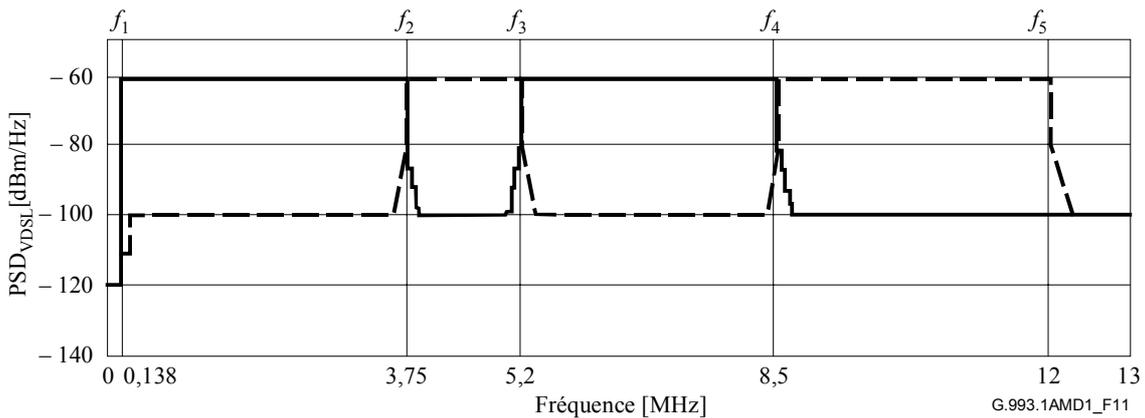


Figure F.11/G.993.1 – Densité PSD perturbatrice des lignes VDSL-P d'aval et d'amont

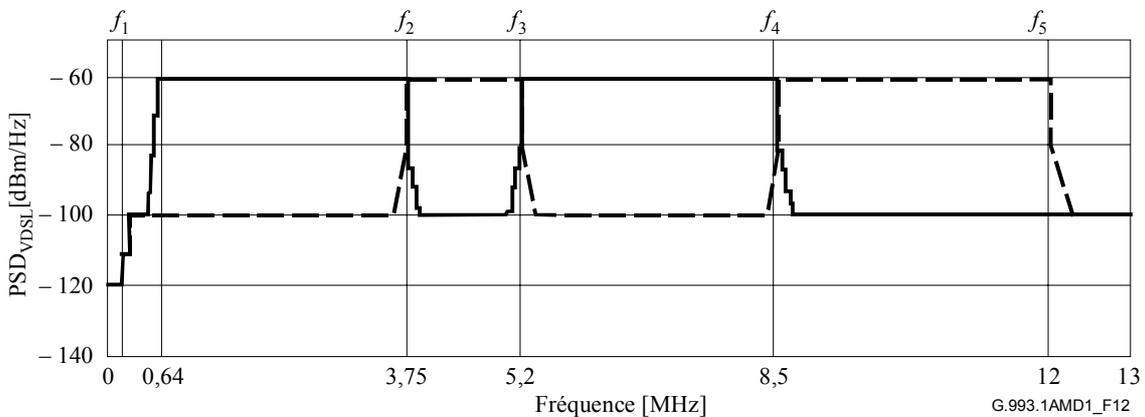


Figure F.12/G.993.1 – Densité PSD perturbatrice des lignes VDSL-I d'aval et d'amont

F.3.2.2.2 Densité PSD perturbatrice des dispositifs PNT

La densité PSD perturbatrice des dispositifs PNT, abrégée par $PSD_{PNT}(f)$, est exprimé en W/Hz comme suit.

$$PSD_{PNT}(f) = 10 \frac{KPNT(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

où:

$$KDS - P(f) = \begin{cases} -140 \text{ dBm/Hz} & 0,015 \times 10^6 \text{ Hz} < f \leq 1,7 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -140 + (50,0/1,8) \times (f/10^6 - 1,7) \text{ dBm/Hz} & 1,7 \times 10^6 \text{ Hz} < f \leq 3,5 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -90 + 17,0 \times (f/10^6 - 3,5) \text{ dBm/Hz} & 3,5 \times 10^6 \text{ Hz} < f \leq 4,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -71,5 \text{ dBm/Hz} & 4,0 \times 10^6 \text{ Hz} < f < 7,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -81,5 \text{ dBm/Hz} & 7,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f \leq 7,3 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -71,5 \text{ dBm/Hz} & 7,3 \times 10^6 \text{ Hz} < f < 10,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -81,5 - (43,5/3,0) \times (f/10^6 - 10,0) \text{ dBm/Hz} & 10,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 13,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -125 \text{ dBm/Hz} & 13,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 25,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -140 \text{ dBm/Hz} & 25,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 30,0 \times 10^6 \text{ Hz} \end{cases}$$

La densité perturbatrice $PSD_{PNT}(f)$ des dispositifs PNT, exprimée en dBm/Hz, est présentée dans la Figure F.13.

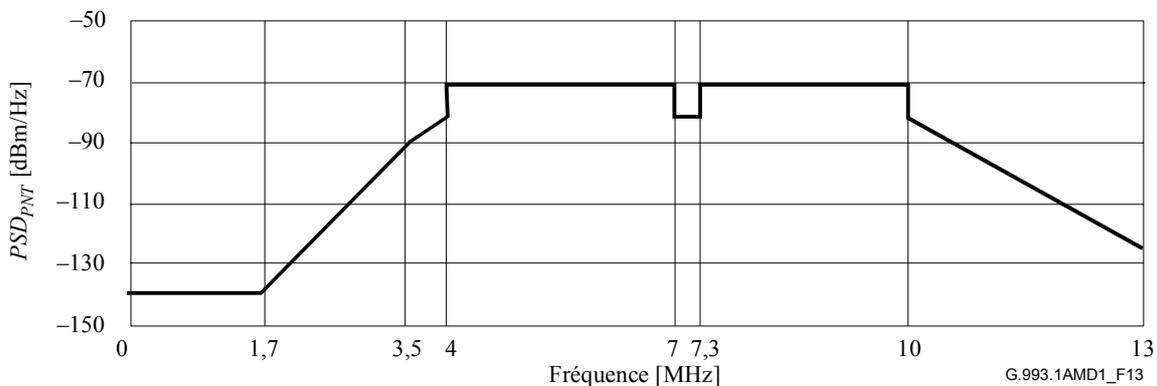


Figure F.13/G.993.1 – Densité PSD des dispositifs PNT (dispositif émetteur-récepteur de mise en réseau de lignes téléphoniques, *phoneline networking transceiver*)

F.3.2.3 Densité spectrale de puissance diaphonique

La densité PSD de la diaphonie (XT) s'obtient pour chaque perturbateur xDSL par multiplication de la densité PSD perturbatrice de ligne xDSL par la fonction de couplage de puissance diaphonique XT. Les fonctions de couplage de puissance XT(f) sont indiquées ci-dessous pour les cas de NEXT et FEXT.

$$XT_{NEXT}(f) = \left(\frac{Z_{disturbed}}{Z_{disturber}} \right) 10^{-\frac{NPSL9}{10}} \left(\frac{f}{f_{NEXT}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$XT_{FEXT}(f) = \left(\frac{Z_{disturbed}}{Z_{disturber}} \right) \left| e^{-2\gamma_{TP} X_1} \right| 10^{-\frac{FPSL9}{10}} \left(\frac{f}{f_{FEXT}} \right)^2 \left(\frac{X_1}{d_{FEXT}} \right)$$

où:

f : est la fréquence en Hz

$NPSL9 = 49,5$ dB à $f_{NEXT} = 160 \times 10^3$ Hz

$FPSL9 = 51,5$ dB à $f_{FEXT} = 160 \times 10^3$ Hz

X_1 : est la longueur du trajet de couplage diaphonique en mètres

$d_{FEXT} = 1 \times 10^3$ m

$\exp(\gamma_{TP} X_1)$: est la fonction de transfert en ligne d'un câble TP de longueur X_1 m

$Z_{disturbed}$: impédance terminale de ligne VDSL perturbée (= 100 Ω)

$Z_{disturber}$: impédance terminale de ligne xDSL perturbatrice

100 Ω : pour VDSL, ADSL, et PNT

110 Ω : pour TCM-ISDN

NOTE 1 – La fonction de couplage de puissance paradiaphonique (NEXT), $XT_{NEXT}(f)$ dépend de la longueur d'un trajet de couplage, comme exprimé plus précisément ci-dessous. Cependant, la présente annexe n'adopte pas la formule ci-dessous de façon à simplifier les paramètres d'essai.

$$XT_{NEXT}(f) = \left(\frac{Z_{disturbed}}{Z_{disturber}} \right) 10^{-\frac{NPSL9}{10}} \left(\frac{f}{f_{NEXT}} \right)^{\frac{3}{2}} \left(1 - \left| e^{-4\gamma_{TP} X_1} \right| \right)$$

NOTE 2 – La présente annexe part du principe que le niveau du couplage télédiaphonique (FEXT) est uniforme, c'est-à-dire que la longueur d'une ligne xDSL perturbée est égale à celle d'une ligne xDSL perturbatrice, de façon à simplifier les paramètres d'essai.

F.3.2.3.1 Densité XTPSD d'une ligne VDSL

La densité XTPSD à une extrémité de ligne VDSL aval par diaphonies NEXT et FEXT est donnée ci-dessous.

$$XTPSD_{VDSL-x-DS-NEXT}(f) = PSD_{VDSL-x-DS}(f) XT_{NEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-x-DS-FEXT}(f) = PSD_{VDSL-x-DS}(f) XT_{FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

où $x = P$ ou I

La densité XTPSD à une extrémité de ligne VDSL amont par diaphonies NEXT et FEXT est donnée ci-dessous.

$$XTPSD_{VDSL-US-NEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) XT_{NEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-US-FEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) XT_{FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

NOTE – La densité PSD d'un signal de perturbateur VDSL amont ($PSD_{VDSL-US}(f)$) transmise à la ligne au niveau de l'accès UR s'affaiblit à l'accès UI par son passage dans le tronçon de paire FP de longueur Y_1 m. Donc, la densité XTPSD est exprimée comme suit, plus précisément. Cependant, la présente annexe n'adopte pas la formule ci-dessous de façon à simplifier les paramètres d'essai, étant donné que les densités XTPSD pour injection simulée aux accès UI et UO deviennent dépendantes de la longueur du tronçon Y_1 si les équations ci-dessous sont adoptées.

$$XTPSD_{VDSL-US-NEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) \left| \exp(-4\gamma_{FP} Y_1) \right| XT_{NEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-US-FEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) \left| \exp(-2\gamma_{FP} Y_1) \right| XT_{FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

La densité XTPSD endogène à une extrémité de la ligne VDSL proprement dite est donnée ci-dessous pour injection à chaque accès UI ou UO, où l'accès UI est le côté VTU-R et où l'accès UO est le côté VTU-O comme défini dans la Figure F.10.

$$XTPSD_{VDSL-x-UI}(f) = XTPSD_{VDSL-US-NEXT}(f) + XTPSD_{VDSL-x-DS-FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-x-UO}(f) = XTPSD_{VDSL-x-DS-NEXT}(f) + XTPSD_{VDSL-US-FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

Les résultats du calcul de densité XTPSD d'une ligne VDSL-I sont représentés dans la Figure F.14 pour le cas des longueurs (X_1) de 300 m et 500 m de câble TP avec longueur de paire FP de 0 m, où un trait plein montre les densités $XTPSD_{VDSL-I-UI}(f)$ et $XTPSD_{VDSL-I-UO}(f)$ en dBm/Hz, et où un trait interrompu montre la densité PSD du signal reçu aux accès UR (= UI dans ce cas) et UO: $PSD_{VDSL-I-DS}(f) \times |\exp(-2\gamma_{TP} X_1)|$ et $PSD_{VDSL-US}(f) \times |\exp(-2\gamma_{TP} X_1)|$ en dBm/Hz, à titre de référence.

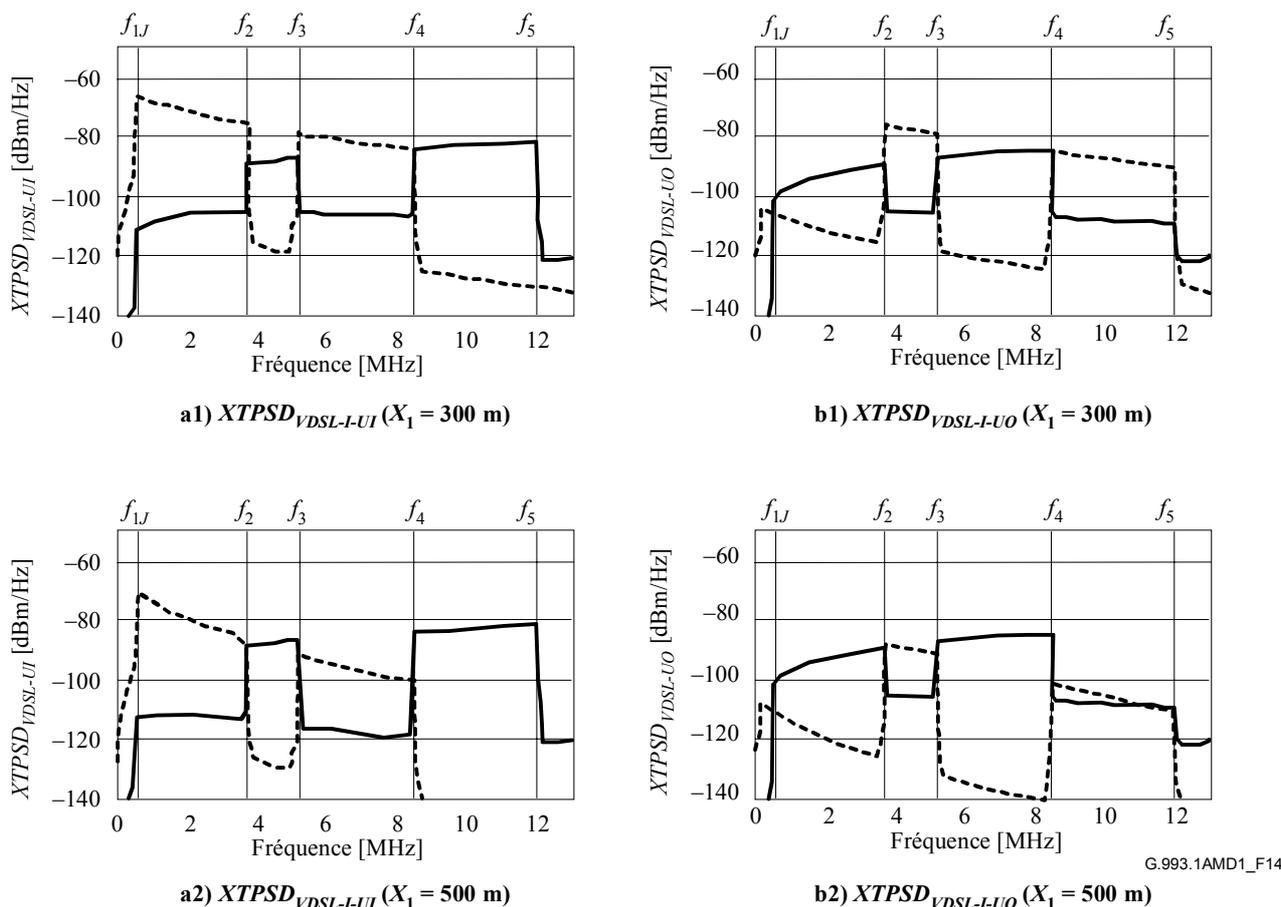


Figure F.14/G.993.1 – Densité perturbatrice PSD par diaphonies NEXT et FEXT avec 9 lignes VDSL-I, pour injection aux accès UI et UO

F.3.2.3.2 Densité XTPSD de dispositif PNT

La densité XTPSD due à un dispositif PNT à une extrémité pour injection à chaque accès UI ou UO est donnée ci-dessous, où l'affaiblissement du signal perturbateur amont par passage dans le tronçon de paire FP est négligé comme mentionné ci-dessus.

$$XTPSD_{PNT}(f) = PSD_{PNT}(f) X_{T_{NEXT}}(f) \quad \text{W/Hz}$$

Le résultat du calcul de la densité XTPSD de dispositif PNT est représenté dans la Figure F.15, où un trait plein montre la densité $XTPSD_{PNT}(f)$ en dBm/Hz et où un trait interrompu montre la densité PSD du signal d'émission, $PSD_{PNT}(f)$, en dBm/Hz à titre de référence.

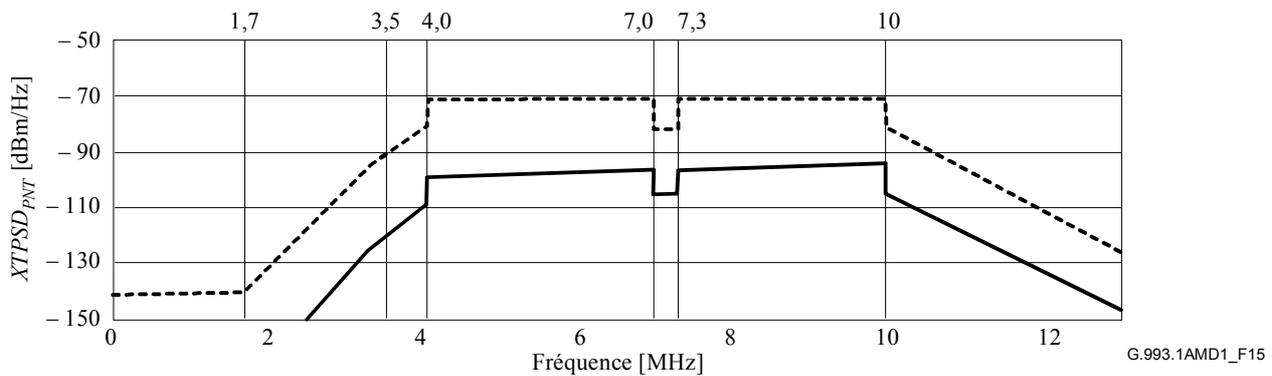


Figure F.15/G.993.1 – Densité perturbatrice PSD par diaphonie NEXT avec 9 dispositifs PNT pour injection aux accès UI et UO

F.3.2.4 Puissance diaphonique

L'on calcule en watts une puissance diaphonique perturbatrice à injecter dans un récepteur xDSL perturbé par intégration de la densité spectrale de puissance diaphonique, $XTPSD(f)$, sur le spectre de fréquences. Les résultats de l'intégration numérique dans la gamme des fréquences de 0 Hz à 30 MHz sont présentés en dBm dans le Tableau F.10 à titre de référence.

NOTE 1 – La puissance diaphonique perturbatrice d'une ligne ADSL en spectre sans recouvrement, définie dans l'Annexe A/G.992.1, est indiquée dans le Tableau F.10.

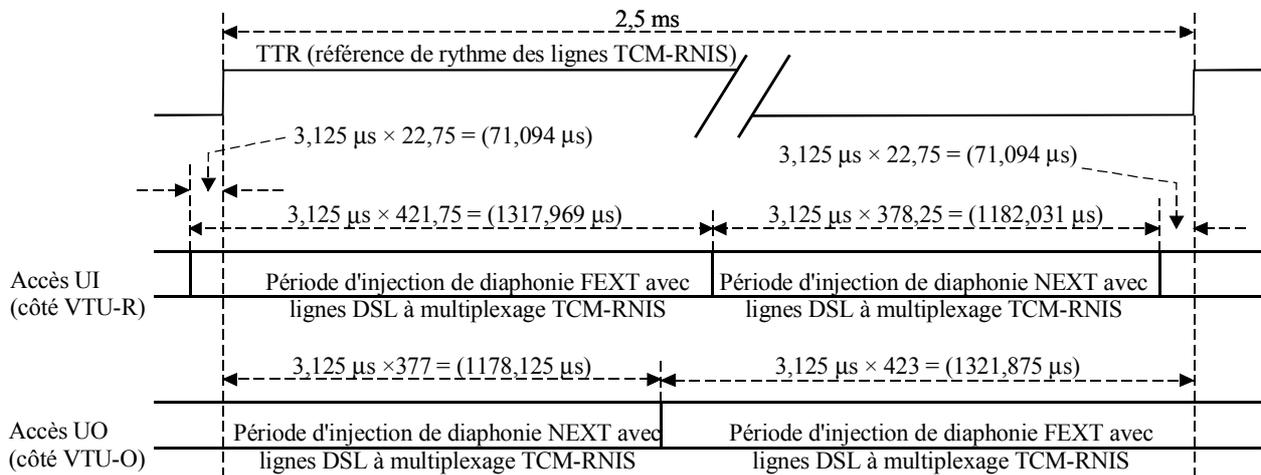
NOTE 2 – La puissance perturbatrice par diaphonies NEXT et FEXT avec des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS, indiquée dans le Tableau F.10, suppose que le signal d'émission des lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS est continu. Le rythme d'injection des diaphonies NEXT et FEXT cyclostationnaires est représenté dans la Figure F.16, qui est extraite de la Rec. UIT-T G.996.1.

Tableau F.10/G.993.1 – Puissance diaphonique à injecter dans un récepteur xDSL perturbé (dBm)

Perturbateur	Accès d'injection	Puissance diaphonique [dBm]							
		Abréviation	Paramètre	X_1 (longueur de TP) avec $Y_0 = 0$ m (longueur de FP)					
				100 m	200 m	300 m	500 m	1000 m	1500 m
VDSL-P	UI	XTPSD _{VDSL-P-UI}	XTPSD _{VDSL-P-US-NEXT}	-16,4	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-P-DS-FEXT}	-30,1	-33,7	-37,9	-45,6	-58,7	-67,7
			(somme des puissances)	-16,3	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4
	UO	XTPSD _{VDSL-P-UO}	XTPSD _{VDSL-P-DS-NEXT}	-19,1	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-P-US-FEXT}	-28,4	-33,8	-40,0	-51,6	-77,9	-102,6
			(somme des puissances)	-18,6	-18,9	-19,0	-19,1	-19,1	-19,1
VDSL-I	UI	XTPSD _{VDSL-I-UI}	XTPSD _{VDSL-I-US-NEXT}	-16,4	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-I-DS-FEXT}	-30,1	-33,7	-38,0	-45,8	-60,5	-72,4
			(somme des puissances)	-16,3	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4
	UO	XTPSD _{VDSL-I-UO}	XTPSD _{VDSL-I-DS-NEXT}	-19,1	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-I-US-FEXT}	-28,4	-33,8	-40,0	-51,6	-77,9	-102,6
			(somme des puissances)	-18,6	-18,9	-19,0	-19,1	-19,1	-19,1

Tableau F.10/G.993.1 – Puissance diaphonique à injecter dans un récepteur xDSL perturbé (dBm)

Perturbateur	Accès d'injection	Puissance diaphonique [dBm]							
		Abréviation	Paramètre	X_1 (longueur de TP) avec $Y_0 = 0$ m (longueur de FP)					
				100 m	200 m	300 m	500 m	1000 m	1500 m
ADSL	UI	XTPSD _{ADSL-UI}	XTPSD _{ADSL-US-NEXT}	-43,1	←	←	←	←	←
			XTPSD _{ADSL-DS-FEXT}	-33,4	-32,6	-33,1	-35,1	-41,9	-48,9
			(somme des puissances)	-33,0	-32,3	-32,6	-34,4	-39,5	-42,1
	UO	XTPSD _{ADSL-UO}	XTPSD _{ADSL-DS-NEXT}	-24,5	←	←	←	←	←
			XTPSD _{ADSL-US-FEXT}	-57,3	-55,3	-54,6	-54,4	-56,4	-59,6
			(somme des puissances)	-22,5	-22,5	-22,5	-22,5	-22,5	-22,5
PNT	UI et UO	XTPSD _{PNT}	XTPSD _{PNT-NEXT}	-28,7	←	←	←	←	←
TCM-RNIS DSL	UI et UO	XTPSD _{TCM-RNIS}	XTPSD _{TCM-ISDN-NEXT}	-29,6	←	←	←	←	←
			XTPSD _{TCM-ISDN-FEXT}	-41,8	-40,4	-40,1	-40,8	-44,5	-49,0



G.993.1AMD.1_F16

Figure F.16/G.993.1 – Rythme d'injection en alternance des diaphonies NEXT et FEXT avec lignes DSL à multiplexage TCM-RNIS

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
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	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
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
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements 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 et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication