



Gestion du spectre et télécommunications

Spécification de conformité relative aux équipements terminaux, aux systèmes terminaux, aux dispositifs de protection de réseau, aux dispositifs de connexion et aux appareils téléphoniques à combiné qui permettent le couplage avec des prothèses auditives

Partie VIII : Exigences et méthodes d'essai relatives à l'équipement terminal de ligne d'abonné numérique (xDSL)

Also available in English – CS-03 Part VIII

Preface

SC- 03, Partie VIII, 9e edition, 6e modification, *Exigences et méthodes d'essai relatives à l'équipement terminal de ligne d'abonné numérique (xDSL)*, remplace SC-03, 9^e édition, 5^e modification, datée de mars 2016.

Liste des modifications :

1. Ajout de l'accès rapide aux terminaux d'abonné (FAST) à la portée de cette norme.
2. Ajout des exigences applicables à la technologie FAST telles que les méthodes de mesures et les limites.
3. Mise à jour de l'Annexe A avec de l'information supplémentaires relatives aux directives de déploiement applicables aux technologies duplex à répartition dans le temps (TDD) de hautes fréquences (c'est-à-dire FAST).
4. Mise à jour de l'Annexe B avec des références informatives supplémentaires.
5. Inclusion de changements éditoriaux et clarifications tel qu'applicable.

Publication autorisée
par le ministre de l'Innovation, des Sciences et de l'Industrie

Le directeur général,
Direction générale du génie, de la planification et des normes

Martin Proulx

Table des matières

1.	Introduction	1
1.1	Objet	1
1.2	Exigences techniques	<u>86</u>
1.3	Ordre des essais sur l'équipement	<u>108</u>
1.4	Agencements de raccordement.....	<u>119</u>
1.5	Vérification du fonctionnement	<u>119</u>
1.6	Références normatives	<u>119</u>
2.	Contraintes électriques et mécaniques	<u>1240</u>
3.	Exigences et méthodes d'essai relatives à la protection du réseau.....	<u>1240</u>
3.1	Essais en laboratoire.....	<u>1240</u>
3.2	Réponse spectrale émise	<u>1240</u>
3.3	Puissance totale des signaux	<u>7268</u>
3.4	Équilibre transversal.....	<u>7672</u>
3.5	Tension de sortie longitudinale	<u>8277</u>
	Annexe A — Lignes directrices pour le déploiement	<u>9084</u>
	Annexe B — Références à titre d'information.....	<u>9794</u>

1. Introduction

La portée de la norme SC-03, partie VIII, couvre les exigences et les méthodes de test pour les équipements terminaux (ÉT) de ligne d'abonné numérique (xDSL) qui utilisent le(s) service(s) de réseau téléphonique commuté public (RTCP) pour le canal métallique de réseau d'une boucle locale. L'interface U-R décrit l'interface réseau entre le service réseau et l'ÉT. Les interfaces non réseau ne sont pas couvertes par cette section.

Tout au long de cette section, les mots équipement terminal (ÉT) doivent être lus comme « équipement terminal, systèmes terminaux et dispositifs de protection de réseau ». Pour la plupart des services couverts par cette section, l'ÉT est communément appelé un « modem ». Il comprend également des insertions d'alimentation utilisées avec xDSL pour fournir une alimentation inversée.

1.1 Objet

La présente partie a pour objet d'exposer les exigences minimales de protection du réseau pour les équipements terminaux (ÉT) qui émettent sur des fréquences supérieures à la bande vocale (4 kHz), notamment :

- l'équipement terminal (ÉT) de ligne d'abonné numérique asymétrique utilisant la technologie de modulation d'amplitude et de phase sans porteuse ou la technologie de multitonnalité discrète (DMT);
- les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique -2 (ADSL2);
- les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique - ADSL2 à bande étendue (ADSL2+);
- les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique à extension de portée (READSL);
- l'ÉT de ligne d'abonné numérique à grand débit de 2^e génération utilisant la modulation d'impulsions en amplitude à codage en treillis (HDSL2 [TC-PAM]);
- l'ÉT de ligne d'abonné numérique symétrique utilisant un code de ligne « 2 binaires, 1 quaternaire » (READSL [2B1Q]);
- l'ÉT de ligne d'abonné numérique à grand débit à paire unique utilisant la modulation d'impulsions en amplitude à codage en treillis (SHDSL [G.shdsl - TC-PAM]);

- l'ÉT de ligne d'abonné numérique 4 fils à grand débit de 2^e génération utilisant la modulation d'impulsions en amplitude à codage en treillis (HDSL4 [TC-PAM]);
- l'ÉT de ligne d'abonné numérique à très grand débit (VDSL) utilisant une modulation à porteuse unique (QAM) ou à porteuses multiples (DMT);
- l'ÉT de ligne d'abonné numérique à très grand débit -2 (VDSL2) utilisant une modulation à porteuses multiples (DMT) discrète.
- l'ÉT de ligne d'abonné numérique à très grand débit utilisant l'accès rapide aux terminaux d'abonné (FAST)¹

L'équipement ADSL utilise une paire en câble sur laquelle peuvent être transmis simultanément des signaux de la bande téléphonique et des données. La transmission asymétrique des données permet un débit binaire élevé en aval (vers l'abonné) et un débit binaire plus faible en amont (vers le central téléphonique). Le modèle fonctionnel de référence ADSL est donné à la figure 1.1(a).

L'équipement ADSL2 utilise une paire en câble et est conçu pour assurer un service de transmission de données à haute vitesse entre l'extrémité du réseau de l'exploitant (UERA-C) et l'extrémité de la ligne d'abonné (UERA-D). Le modèle fonctionnel de référence de l'équipement ADSL2 est donné à la figure 1.1(a).

Un système HDSL2 est un système HDSL de transmission sur lignes d'abonné de deuxième génération qui est normalisé. Le système est conçu pour l'acheminement de signaux à 1,544 Mbit/s à l'aide d'une seule paire torsadée non chargée sur des distances correspondant aux zones de desserte d'entreprise de télécommunications. Le modèle fonctionnel de référence HDSL2 est donné à la figure 1.1(b).

Dans un système READSL 2B1Q, le débit des symboles, le débit en bauds et la densité spectrale de puissance sont les mêmes aux unités d'émission-réception READSL côté central et aux unités d'émission-réception READSL distantes (UERS-C et UERS-D). Le débit d'un système READSL 2B1Q peut varier de 64 kbit/s à 2 320 kbit/s. Le modèle fonctionnel de référence READSL 2B1Q est donné à la figure 1.1(b). L'équipement READSL 2B1Q transmet généralement un signal symétrique sur une paire de fils de cuivre.

Un système SHDSL utilise la modulation d'impulsions en amplitude à codage en treillis (TC-PAM) pour transmettre, sur une paire de fils de cuivre, un signal symétrique à des débits qui vont de 192 kbit/s à 2,312 Mbit/s. Le modèle fonctionnel de référence SHDSL est donné à la figure 1.1(b).

Un système HDSL4 est un système SHDSL modifié, qui utilise la modulation TC-PAM sur deux paires de fils de cuivre (quatre fils) pour transmettre un signal asymétrique à

¹ FAST est aussi désigné sous le nom de « G.fast ».

un débit de 768/776 kbit/s. Le modèle fonctionnel de référence HDSL4 est donné à la figure 1.1(b).

De type xDSL, la technologie VDSL est conçue pour les transmissions de données à très grande vitesse sur des lignes d'abonné à paires torsadées relativement courtes, qui assurent simultanément un service téléphonique analogique traditionnel (STAT). Le système permet les transmissions de données symétriques et asymétriques à des débits d'information utile décrits au tableau 1.1.

La technologie VDSL2 est une version améliorée de la technologie VDSL qui prend en charge l'émission symétrique et asymétrique à un débit allant jusqu'à 200 Mbit/s sur un réseau bidirectionnel sur des paires torsadées utilisant une largeur de bande allant jusqu'à 30 MHz.

Tableau 1.1 : Type de service VDSL et débit de données

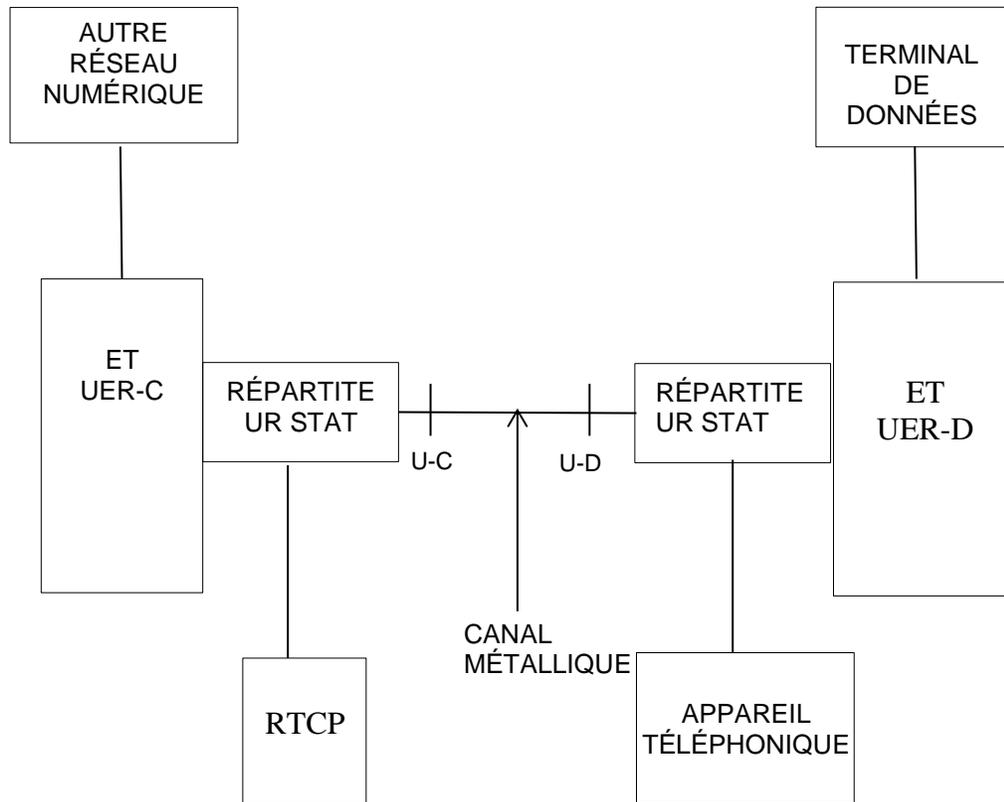
Type de service	Débit de données en aval (Mbps)	Débit de données en amont (Mb/s)
Asymétrique	22	3
Symétrique	6	6
	13	13

Note : Le tableau 1.1 ci-dessus indique les débits d'information utile minimaux des transmissions VDSL. L'équipement réel peut prendre en charge d'autres débits.

FAST est une technologie DSL conçue pour prendre en charge la transmission à un débit total de données pouvant atteindre 1 Gbit/s sur des paires torsadées. FAST exploite l'infrastructure existante de paires torsadées initialement déployées pour le service téléphonique traditionnel (STAT). L'architecture des systèmes figure dans la recommandation de l'UIT-T G.9701.

Le terme xDSL est un terme générique utilisé dans le présent document pour désigner tous les types de ligne d'abonné numérique ou des technologies similaires.

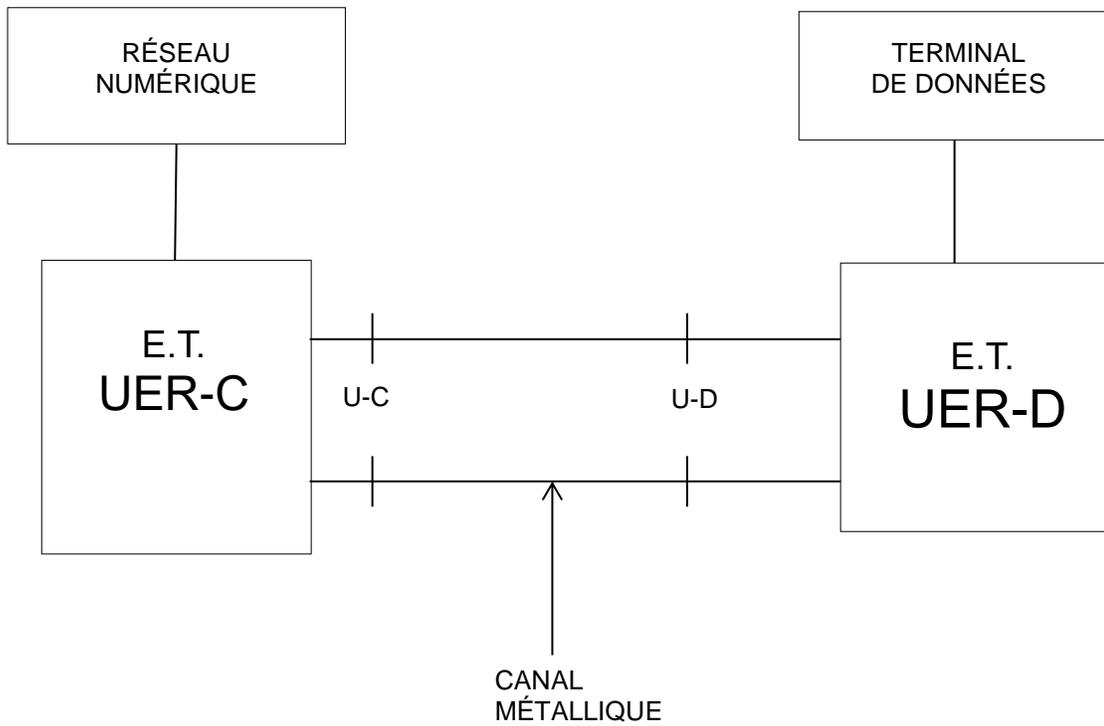
Figure 1.1(a) : Modèle fonctionnel de référence de l'ÉT ADSL, ADSL2, ADSL2+, READSL, VDSL et VDSL2



Note :

UER-C = Unité d'émission-réception
ADSL/ADSL2/ADSL2+/READSL/VDSL/VDSL2, côté central
UER-D = Unité d'émission-réception
ADSL/ADSL2/ADSL2+/READSL/VDSL/VDSL2, distante
STAT = Service téléphonique analogique traditionnel

Figure 1.1(b) : Modèle fonctionnel de référence de l'ÉT HDSL2, READSL, SHDSL et HDSL4

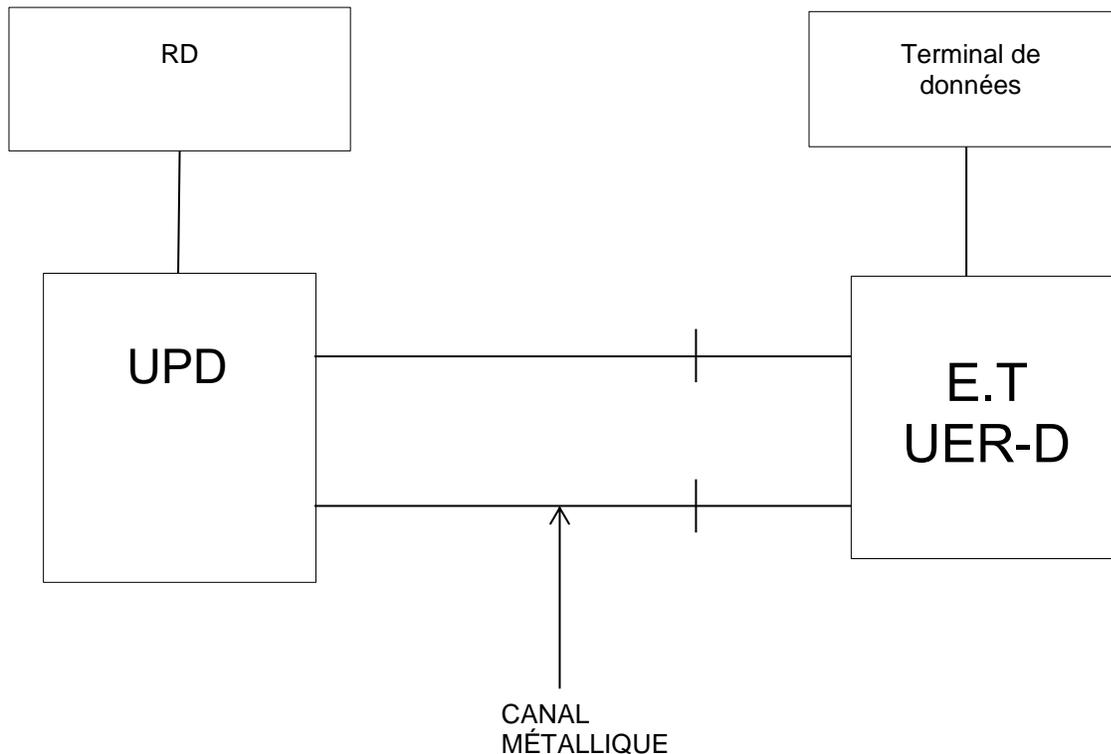


Note :

UER-C = Unité d'émission-réception HDSL2/READSL/SHDSL/HDSL4, côté central

UER-D = Unité d'émission-réception HDSL2/READSL/SHDSL/HDSL4 distante

Figure 1.1(c): Modèle fonctionnel de référence de l'ÉT de FAST



Note:

RD= Réseau de distribution

UPD= Unité du point de distribution

UER-D= Unité d'émission-réception G.FAST à distance au point du terminal

1.2 Exigences techniques

Le matériel XDSL raccordé à l'interface U-C doit être conforme aux exigences techniques énoncées aux tableaux 1.2(a) et 1.2(b). Les exigences et méthodes d'essai pour les essais du tableau 1.2(a) se trouvent dans la plus récente version publiée : Exigences techniques (SC-03, 9e édition, partie I). Les exigences et méthodes d'essai pour les essais du tableau 1.2(b) figurent dans cette partie VIII.

Tableau 1.2(a) : Exigences techniques (SC-03, partie I)

Section	Exigences techniques	HDSL2/ SDSL/ SHDSL/HDSL 4/VDSL/VDSL 2/FAST ^{Note 3}	ADSL/ADSL2 /ADSL2+/ READSL/ VDSL/VDSL2 /FAST ^{Note 4}
2.1	Choc mécanique	*	*
2.2	Rigidité diélectrique	*	*
2.3.1	Limitations des tensions dangereuses	*	*
2.3.7	Connexion d'équipements non enregistrés à des ÉT ou à des circuits de protection enregistrés	*	*
2.3.10	Dangers causés par les circuits de mise à la terre intentionnelle	*	*
2.4.1	Impulsions de surtension sur ligne téléphonique de type A	*	*
2.4.2	Impulsions de surtension sur ligne téléphonique de type B	*	*
2.5.1	Impulsions de surtension sur la ligne de transport	*	*
3.3.2.1	Signaux c.a. sur le circuit longitudinal (0,1-12 kHz)		*
3.3.2.2	Signaux c.a. sur le circuit longitudinal (4-12 kHz)		*
3.6	Équilibre transversal		*
3.7.1	Résistance c.c. métallique et longitudinale (interface de ligne à déclenchement par boucle)		*
3.7.2	Courant c.c. durant la sonnerie (interface de ligne à déclenchement par boucle ou par la terre)		*
3.7.3	Impédance aux bornes du circuit métallique et longitudinal durant la sonnerie (interfaces de ligne à déclenchement par boucle ou par la terre)		*

Note 1 : L'astérisque (*) indique que l'ÉT doit respecter les exigences techniques énoncées.

Note 2: Pour le FAST, les exigences 3.6; 3.7.1; 3.7.2; 3.7.3 ne s'appliquent pas.

Note 3 : Configuré sans une interface STAT.

Note 4 : Configuré avec une interface STAT.

Note 5 : La colonne d'applicabilité de gauche s'applique également aux insertions électriques utilisées pour insérer l'alimentation inverse sur les lignes xDSL ou FAST et ils doivent répondre aux mêmes exigences que les autres ÉT en fonction des services qui leurs sont vendus pour être compatibles. La puissance inverse est définie dans la norme ETSI TS 101 548-1 V2.4.1 (2020-05)

Tableau 1.2(b) : Exigences techniques (SC-03 9^e édition, partie VIII)

Section	Exigences techniques
3.2	Réponse spectrale émise
3.3	Puissance totale des signaux
3.4	Équilibre transversal (Note 1)
3.5	Tension de sortie longitudinale (Note 1)
3.6	Tension d'alimentation (Note 2)
3.7	Masque de la DSP de transmission, les fonctionnalités d'exploitation et de maintenance

Note 1 : Pour FAST, les exigences 3.4 et 3.5 ne sont pas requis

Note 2 : L'exigence 3.6 n'est applicable que si l'alimentation électrique est fournie par l'ÉT. L'alimentation électrique n'est applicable qu'aux configurations sans architecture d'interface POTS.

1.3 Ordre des essais sur l'équipement

Les essais applicables, tels que définis à la section 1.2, doivent être exécutés dans l'ordre suivant :

1. Partie VIII, section 1.4 — Agencements de raccordement
2. Partie VIII, section 1.5 — Vérification du fonctionnement
3. Partie I, section 2.2 — Rigidité diélectrique
4. Partie I, section 2.3 — Limitations des tensions dangereuses (le cas échéant)
5. Partie I, section 3 — Exigences relatives à la protection du réseau
6. Partie VIII, section 3 — Exigences et méthodes d'essai relatives à la protection du réseau

7. Partie I, section 2.1 — Choc mécanique
8. Partie I, section 2.4.2 — Impulsions de surtension sur ligne téléphonique de type B
9. Partie I, section 1.5 — Montage d'essai
10. Partie I, section 2.2 — Rigidité diélectrique
11. Partie I, section 3 — Exigences relatives à la protection du réseau
12. Partie VIII, section 3 — Exigences et méthodes d'essai relatives à la protection du réseau
13. Partie I, section 2.3 — Limitations des tensions dangereuses (le cas échéant)
14. Partie I, section 2.4.1 — Impulsions de surtension sur ligne téléphonique de type A
15. Partie I, section 2.5 — Impulsions de surtension sur la ligne de transport
16. Partie I, Section 1.5 — Montage d'essai
17. Partie I, section 2.2 — Rigidité diélectrique
18. Partie I, section 3 — Exigences relatives à la protection du réseau
19. Partie VIII, section 3 — Exigences et méthodes d'essai relatives à la protection du réseau
20. Partie I, section 2.3 — Limitations des tensions dangereuses (le cas échéant)

1.4 Agencements de raccordement

Les fiches et connecteurs des ÉT xDSL (UER-D) conçus pour un branchement électrique direct au réseau public commuté doivent respecter les agencements de raccordement spécifiés à la partie III, [Méthodes de raccordement acceptables pour les équipements terminaux à une ou plusieurs lignes](#), de la norme SC-03.

1.5 Vérification du fonctionnement

Lorsque la vérification du fonctionnement se fait avant les tests de contraintes électriques, l'ÉT doit être en bon état pour offrir, conformément aux consignes d'exploitation du fabricant, toutes les fonctions qui sont nécessaires pour démontrer la conformité à toutes les exigences pertinentes de la section 3, partie I. Lorsque la vérification du fonctionnement est répétée après les essais de contraintes électriques décrits à la section 2, partie I, l'ÉT peut être partiellement ou totalement inexploitable.

1.6 Références normatives

La présente norme réglementaire (SC-03, partie VIII, 9^e édition, 6^e modification) renvoie aux publications et aux éditions précisées ci-dessous, y compris leurs annexes.

- a) ANSI/TIA-968-B, 7 novembre 2016, *Telecommunications Telephone Terminal Equipment Technical Requirements For Connection Of Terminal Equipment To The*

Telephone Network (en anglais seulement)

- b) TIA TSB-31-D, août 2011, *Telecommunications Telephone Terminal Equipment Rationale And Measurement Guidelines For U.S. Network Protection* (en anglais seulement)
- c) Recommandation UIT-T G.9700 (07/2019), Accès rapide aux terminaux d'abonné (G.fast) – Spécification de la densité spectrale de puissance
- d) BBF TP-337, G.fast Certification Test Plan, Issue: 3, December 2020 (en anglais seulement)

2. Contraintes électriques et mécaniques

Les exigences techniques et les méthodes d'application pour les contraintes électriques et mécaniques sont décrites à la partie I, section 2.

3. Exigences et méthodes d'essai relatives à la protection du réseau

Les exigences techniques applicables reliées à la protection du réseau de la section 3, partie I doivent être respectées pour tous les équipements terminaux compris dans le champ d'application du présent document. Les exigences techniques relatives à l'équipement terminal xDSL sont spécifiées au tableau 1.2(a)F.

3.1 Essais en laboratoire

Tous les essais visant à déterminer si l'équipement satisfait aux exigences de la présente spécification doivent être effectués en laboratoire, dans des conditions normales de température et d'humidité.

3.2 Réponse spectrale émise

Cette section établit la réponse spectrale émise.

3.2.1 Exigences

Cette section établit les exigences de la réponse spectrale émise.

3.2.1.1 Densité spectrale de puissance à l'interface U-C pour ADSL

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis par le canal ADSL vers l'amont (sortie UERA-D) doit respecter le masque DSP de la figure 3.2.1.1. Le tableau 3.2.1.1 donne les valeurs numériques associées à ce masque.

Tableau 3.2.1.1 : Définition du masque DSP d'UERA-D pour ADSL

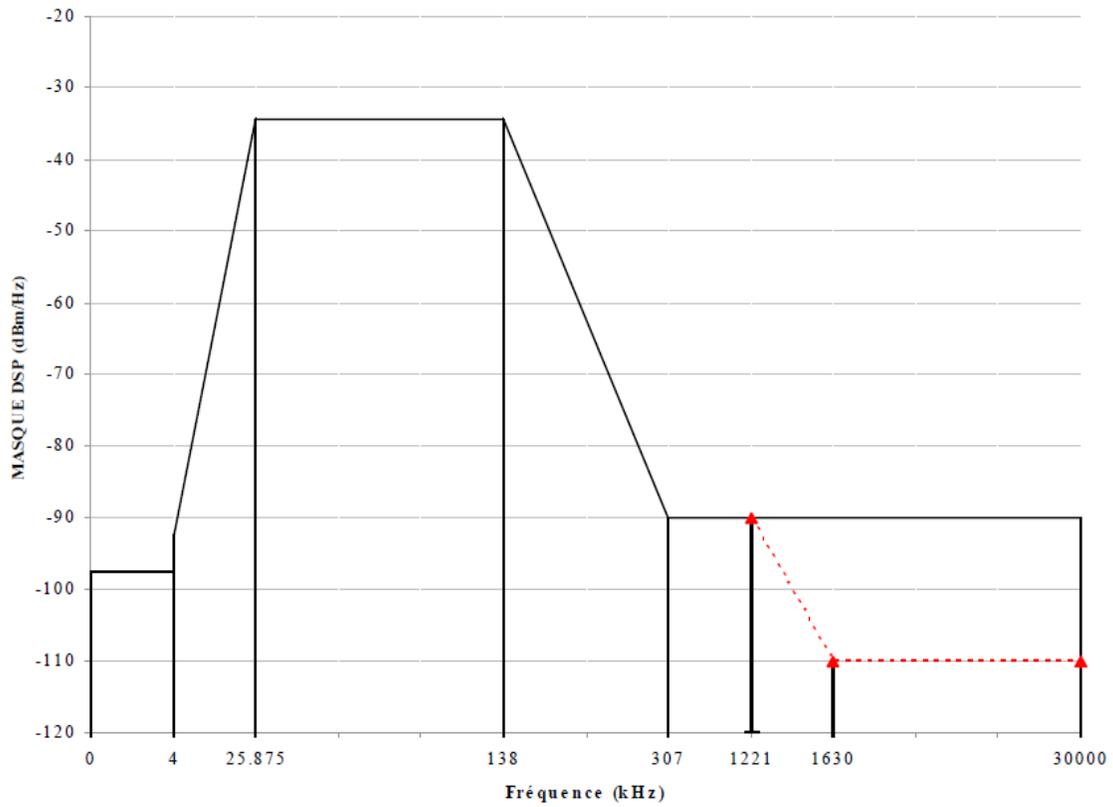
Bande de fréquences (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
$0,2 < f \leq 4$	-97,5
$4 < f \leq 25,875$	$-92,5 + 21,5 \times \log_2(f/4)$
$25,875 < f \leq 138$	-34,5
$138 < f \leq 307$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/138)$
$307 < f \leq 1\,221$	-90
$1\,221 < f \leq 1\,630$	-90 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1\text{ MHz}]$ de $(-90 - 48 \times \log_2(f/1\,221) + 60)$ dBm
$1\,630 < f \leq 30\,000$	-90 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1\text{ MHz}]$ de -50 dBm

Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz. Au-dessous de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 100 Hz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

Figure 3.2.1.1 : Masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL



3.2.1.2 Densité spectrale de puissance à l'interface U-C pour ADSL2

Tableau 3.2.1.2 : Définition du masque DSP d'UERA-D pour ADSL2

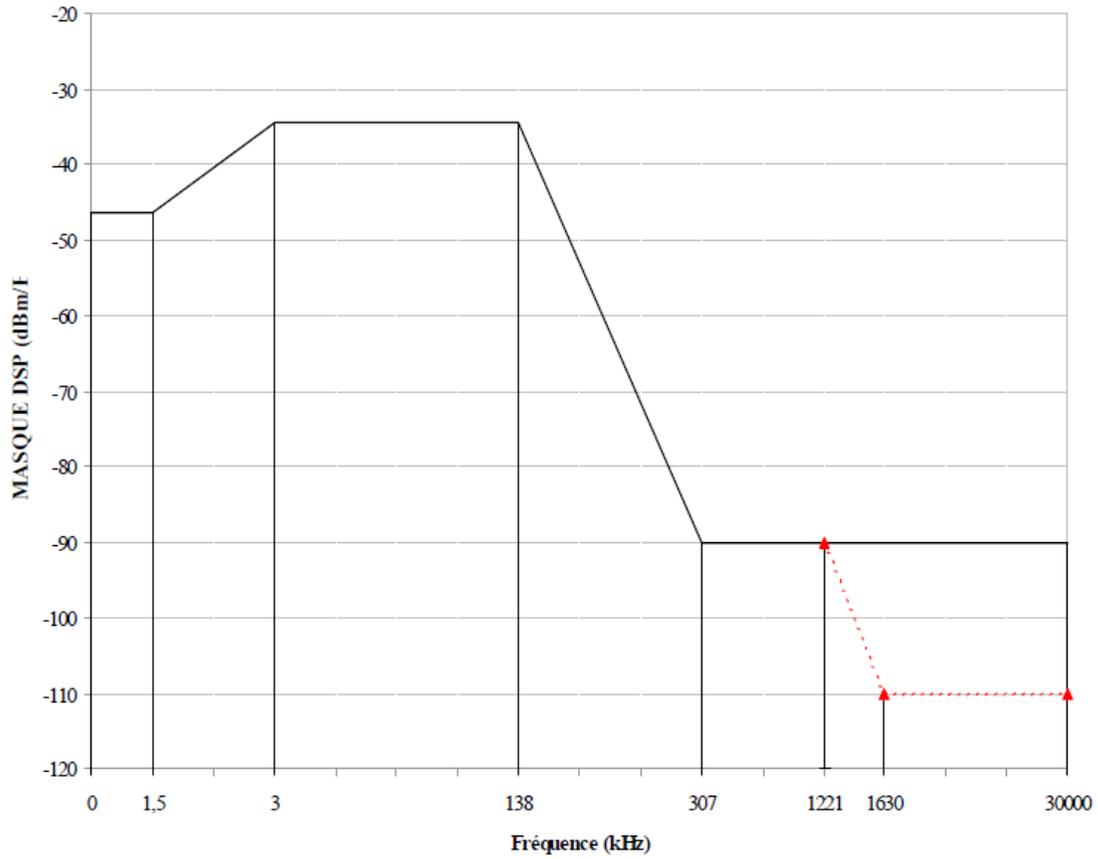
Bande de fréquences (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
$0,2 < f \leq 1,5$	-46,5
$1,5 < f \leq 3$	$-34,5 + 12 \times \log_2(f/3)$
$3 < f \leq 138$	-34,5
$138 < f \leq 307$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/138)$
$307 < f \leq 1\ 221$	-90 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 100 \text{ kHz}]$ de -42,5 dBm
$1\ 221 < f \leq 1\ 630$	-90 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-90 - 48 \times \log_2(f/1\ 221) + 60)$ dBm
$1\ 630 < f \leq 30\ 000$	-90 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de -50 dBm

Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de 3 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz. Au-dessous de 3 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 100 Hz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

Figure 3.2.1.2 : Masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2 en mode numérique intégral



3.2.1.3 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D pour les systèmes ADSL2

Compatibilité spectrale en mode numérique intégral avec le RNIS P/DMT

Tableau 3.2.1.3(a) : Définition du masque DSP d'UERA-D pour ADSL2

Bande de fréquences (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
$0,2 < f \leq 1,5$	-46,5
$1,5 < f \leq 3$	$-46,5 + (\text{DSP de crête intrabande} + 46,5) \times \log_2(f/1,5)$
$3 < f \leq f_1$	DSP de crête intrabande
$f_1 < f \leq f_2$	$\text{DSP de crête intrabande} - 48 \log_2(f/f_1)$
$f_2 < f \leq 1\ 221$	-90
$1\ 221 < f \leq 1\ 630$	-90 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1\ \text{MHz}]$ de $(-30 - 48 \times \log_2(f/1\ 221))$ dBm
$1\ 630 < f \leq 30\ 000$	-90 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1\ \text{MHz}]$ de -50 dBm

Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de 3 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

Tableau 3.2.1.3(b) : Désignateur de masque DSP de crête intrabande d'UERA-D pour ADSL2

Désignateur	DSP de crête intrabande (dBm/Hz)	Fréquence f_1 (kHz)	Fréquence f_2 (kHz)
ADLU - 32	-34,5	138	307
ADLU - 36	-35	155,25	343
ADLU - 40	-35,5	172,5	379
ADLU - 44	-35,9	189,75	415
ADLU - 48	-36,3	207	450
ADLU - 52	-36,6	224,25	485
ADLU - 56	-36,9	241,5	520
ADLU - 60	-37,2	258,75	554

ADLU - 64	-37,5	276	589
-----------	-------	-----	-----

Figure 3.2.1.3(a) : Masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2 en mode numérique intégral

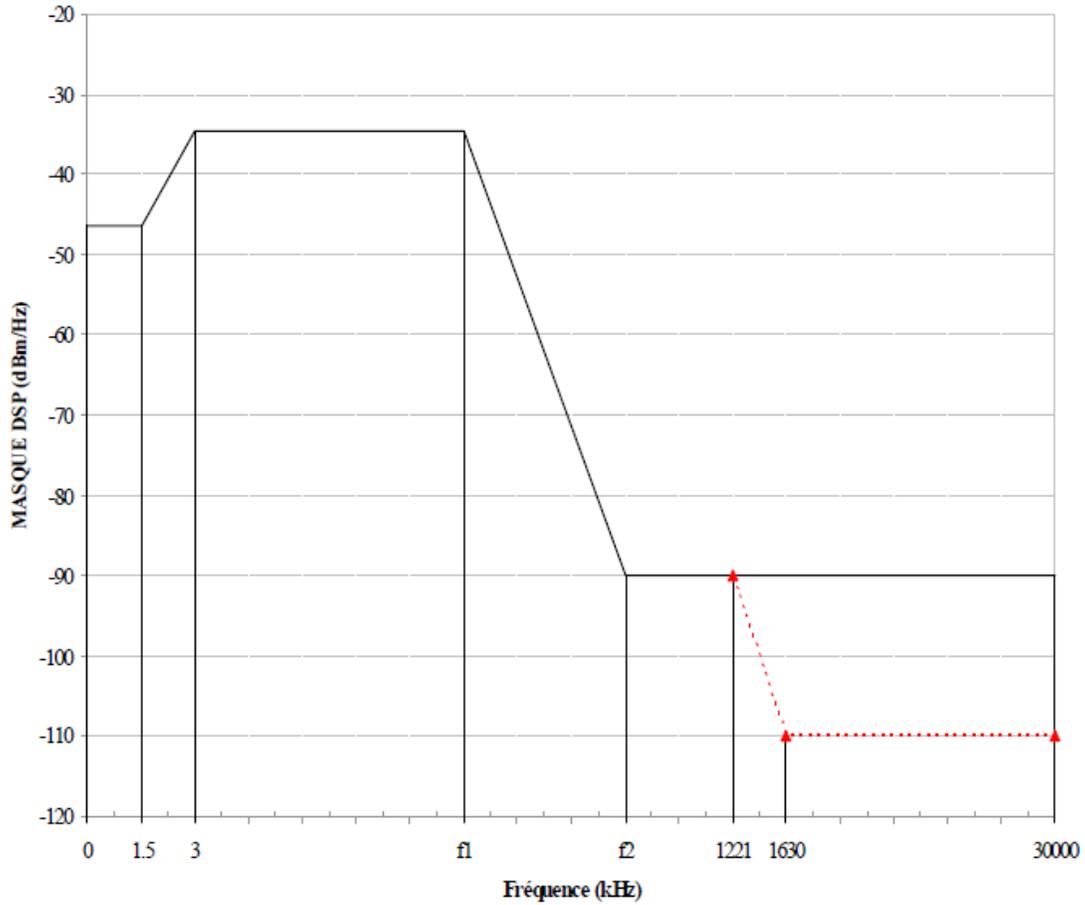
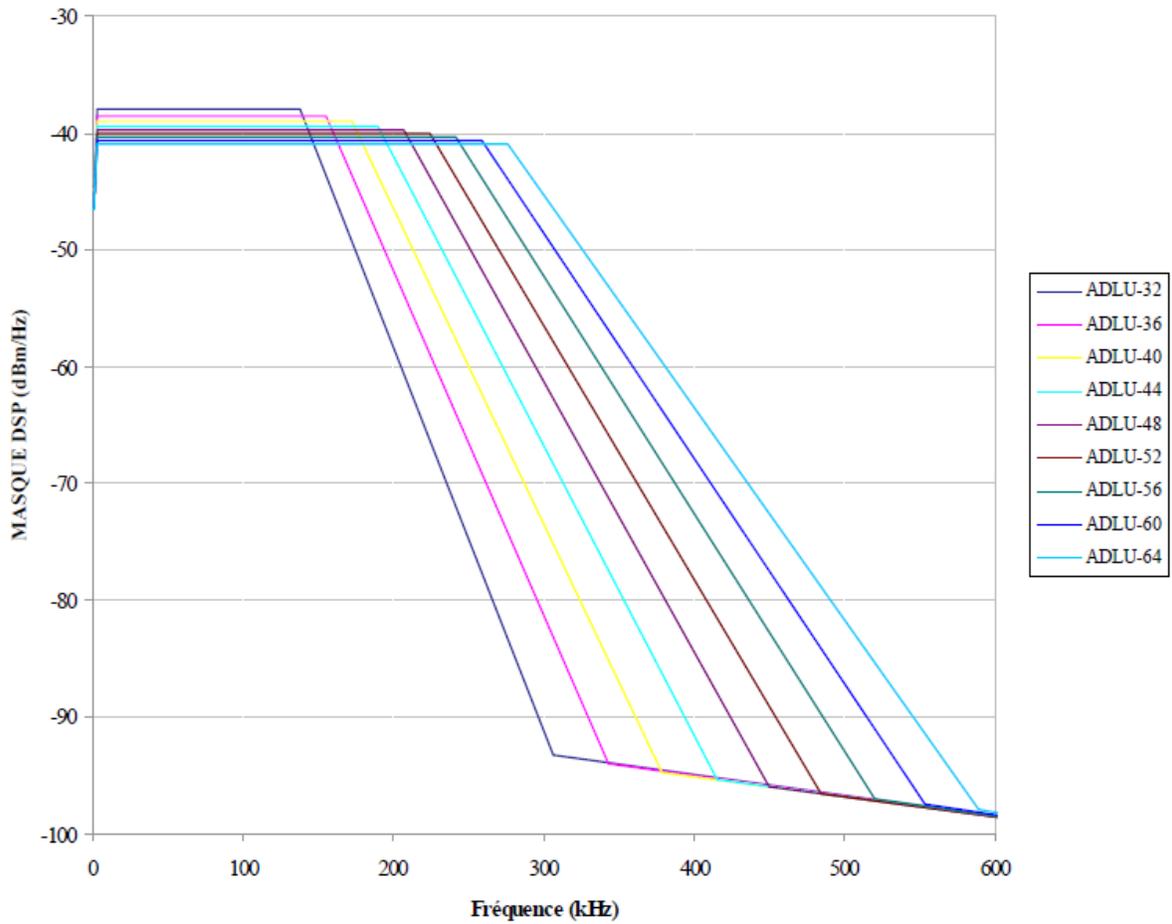


Figure 3.2.1.3(b) : Désignateur de masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2 en mode numérique intégral



3.2.1.4 Densité spectrale de puissance à l'interface U-C pour les systèmes ADSL2 READSL

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis sur le canal amont des systèmes ADSL2 READSL (sortie UERA-D) doit être conforme à l'un ou l'autre des masques DSP suivants : masque 1 de la figure 3.2.1.4 (a) ou masque 2 de la figure 3.2.1.4 (b). Le tableau 3.2.1.4(a) donne les valeurs numériques du masque 1, alors que le tableau 3.2.1.4 (b) donne les valeurs numériques du masque 2.

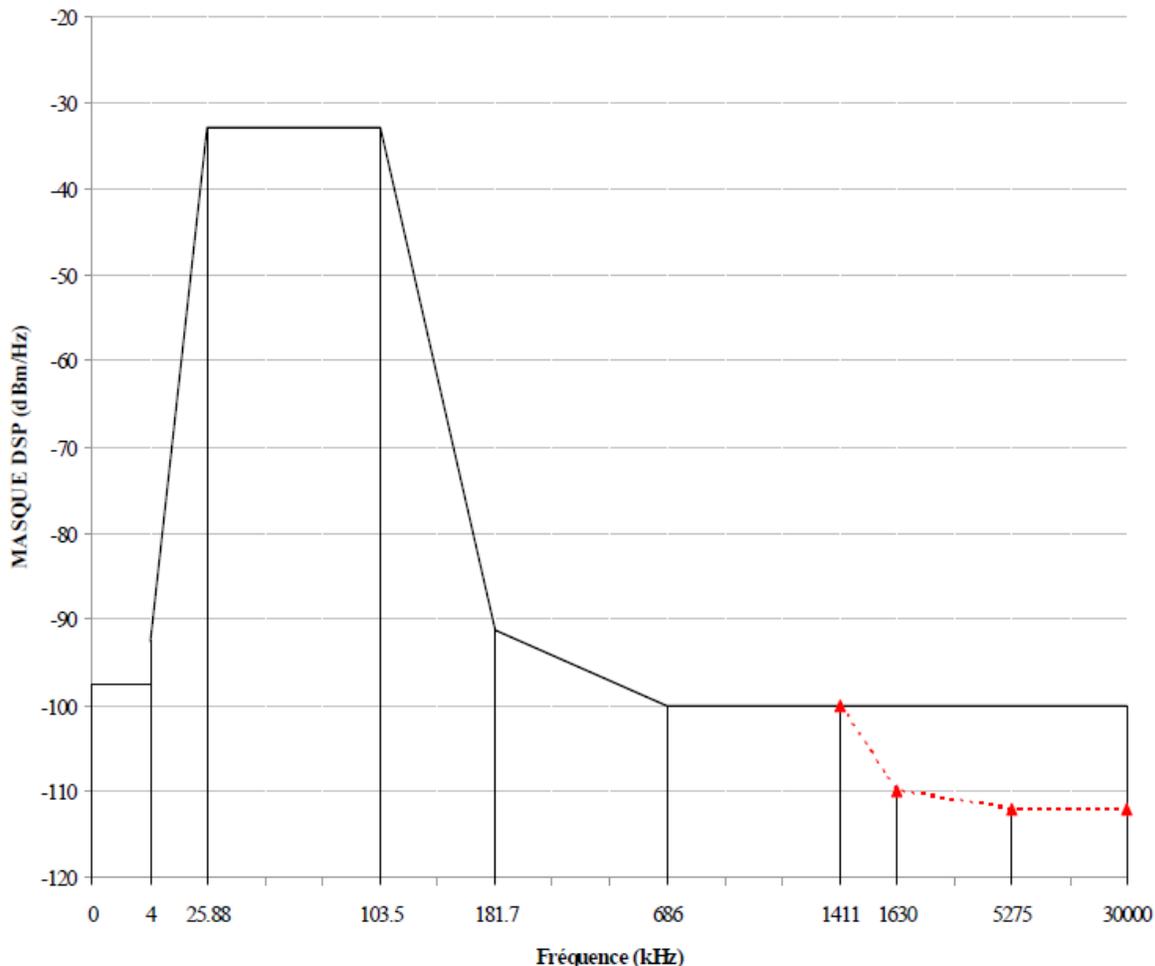
Tableau 3.2.1.4(a) : Définition du masque DSP 1 pour UERA-D

Bande de fréquences (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
$0,2 < f \leq 4$	-97,5, avec puissance max. de +15 dBm dans la bande 0-4 kHz
$4 < f \leq 25,875$	$-92,5 + 22,13 \times \log_2(f/4)$
$25,875 < f \leq 103,5$	-32,9
$103,5 < f \leq 686$	$\text{Max} \{-32,9 - 72 \times \log_2(f/103,5), 10 \times \log_{10}[0,05683 \times (f \times 10^3)^{-1,5}]\}$
$686 < f \leq 1\ 411$	-100
$1\ 411 < f \leq 1\ 630$	-100 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-100 - 48 \times \log_2(f/1\ 411) + 60)$ dBm
$1\ 630 < f \leq 5\ 275$	-100 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de $(-110 - 1,18 \times \log_2(f/1\ 630) + 60)$ dBm
$5\ 275 < f \leq 30\ 000$	-100 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ de -52 dBm

Tableau 3.2.1.4(b) : Définition du masque DSP 2 pour UERA-D

Bande de fréquences (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
$0,2 < f \leq 4$	-97,5, avec puissance max. de +15 dBm dans la bande 0-4 kHz
$4 < f \leq 25,875$	$-92,5 + 23,43 \times \log_2(f/4)$
$25,875 < f \leq 60,375$	-29,4
$60,375 < f \leq 686$	$\text{Max} \{-29,4 - 72 \times \log_2(f/60,375), 10 \times \log_{10}[0,05683 \times (f \times 10^3)^{-1.5}]\}$
$686 < f \leq 1\ 411$	-100
$1\ 411 < f \leq 1\ 630$	-100 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f+ 1\ \text{MHz}]$ de $(-110 - 48 \times \log_2(f/1\ 411) + 60)$ dBm
$1\ 630 < f \leq 5\ 275$	-100 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f+ 1\ \text{MHz}]$ de $(-110 - 1,18 \times \log_2(f/1\ 630) + 60)$ dBm
$5\ 275 < f \leq 30\ 000$	-100 de crête avec puissance max. dans la fenêtre $[f, f+ 1\ \text{MHz}]$ de -52 dBm

**Figure 3.2.1.4(a) : Masque DSP 1 d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2
READSL**

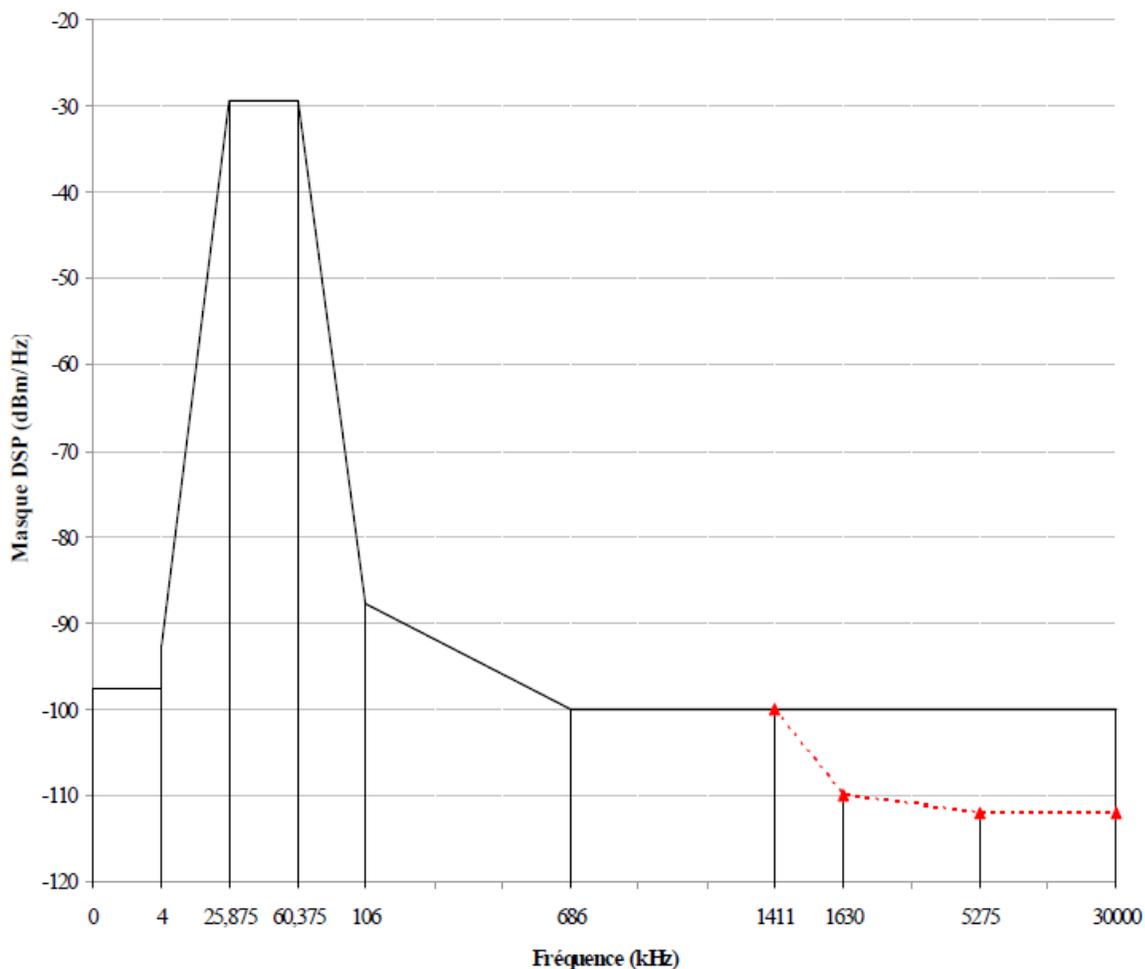


Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz. Au-dessous de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 100 Hz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

**Figure 3.2.1.4(b) : Masque DSP 2 d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2
READSL**



Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz. Au-dessous de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 100 Hz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

3.2.1.5 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D pour les systèmes ADSL2 avec canal amont étendu sur le STAT

Tableau 3.2.1.5(a) : Définition du masque DSP pour UERA-D (ADSL2 avec canal amont étendu sur le STAT)

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
0,2	-97,5
4	-97,5
4	-92,5
25,875	DSP de crête intrabande
f_1	DSP de crête intrabande
f_{int}	DSP _{int}
686	-100
1 411	-100 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
1 630	-110 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
5 275	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -112 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
30 000	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -112 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz

Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

**Tableau 3.2.1.5(b) : Désignateur de masque DSP de crête intrabande d'UERA-D
(ADSL2 avec canal amont étendu sur le STAT)**

Désignateur	DSP de crête intrabande (dBm/Hz)	Fréquence f_1 (kHz)	Fréquence f_{int} (kHz)	DSP d'interception (dBm/Hz)
ADLU - 32	-34,5	138	242,92	-93,2
ADLU - 36	-35	155,25	274	-94
ADLU - 40	-35,5	172,5	305,16	-94,7
ADLU - 44	-35,9	189,75	336,4	-95,4
ADLU - 48	-36,3	207	367,69	-95,9
ADLU - 52	-36,6	224,25	399,04	-96,5
ADLU - 56	-36,9	241,5	430,45	-97
ADLU - 60	-37,2	258,75	461,9	-97,4
ADLU - 64	-37,5	276	493,41	-97,9

Figure 3.2.1.5(a) : Désignateur de masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2 avec canal amont étendu sur le STAT

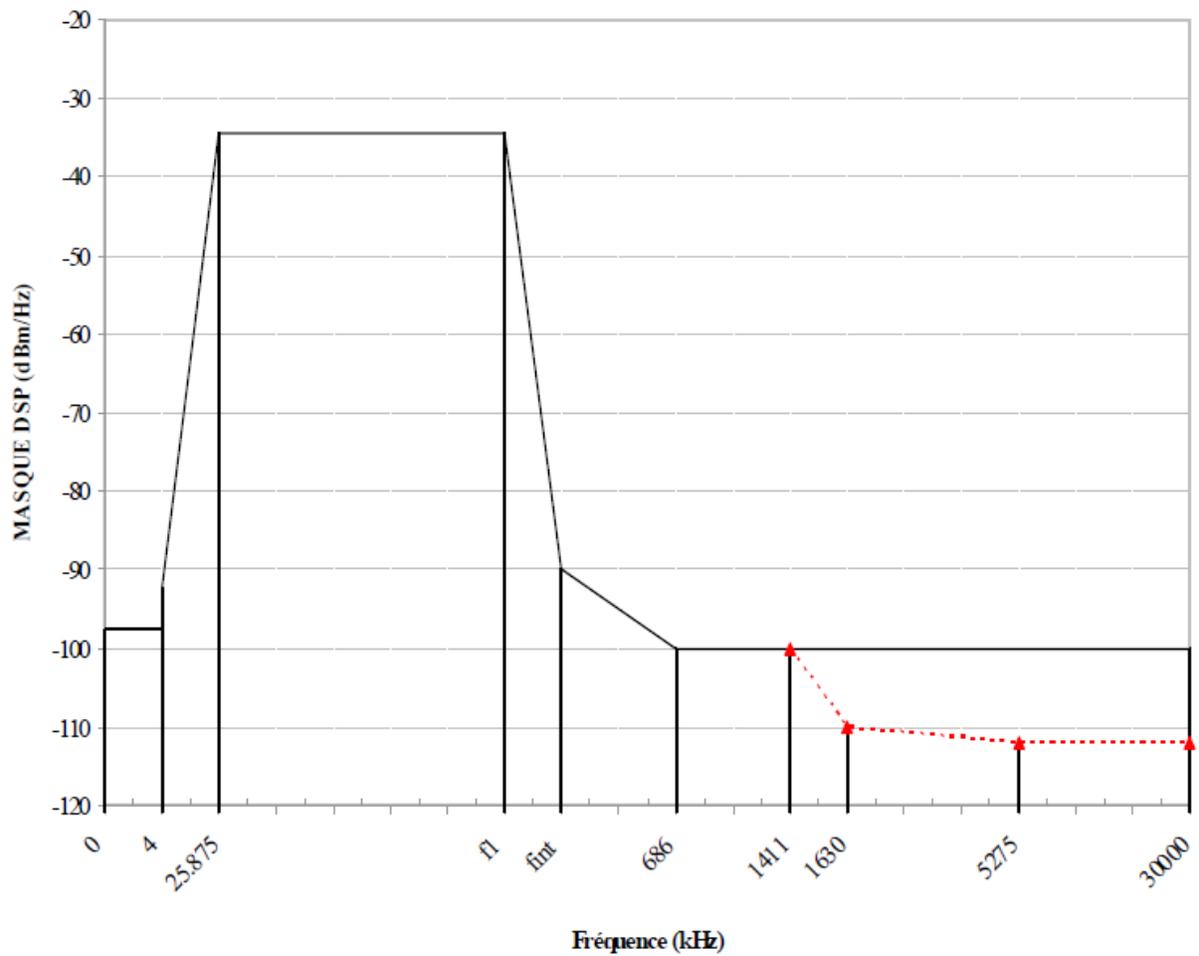
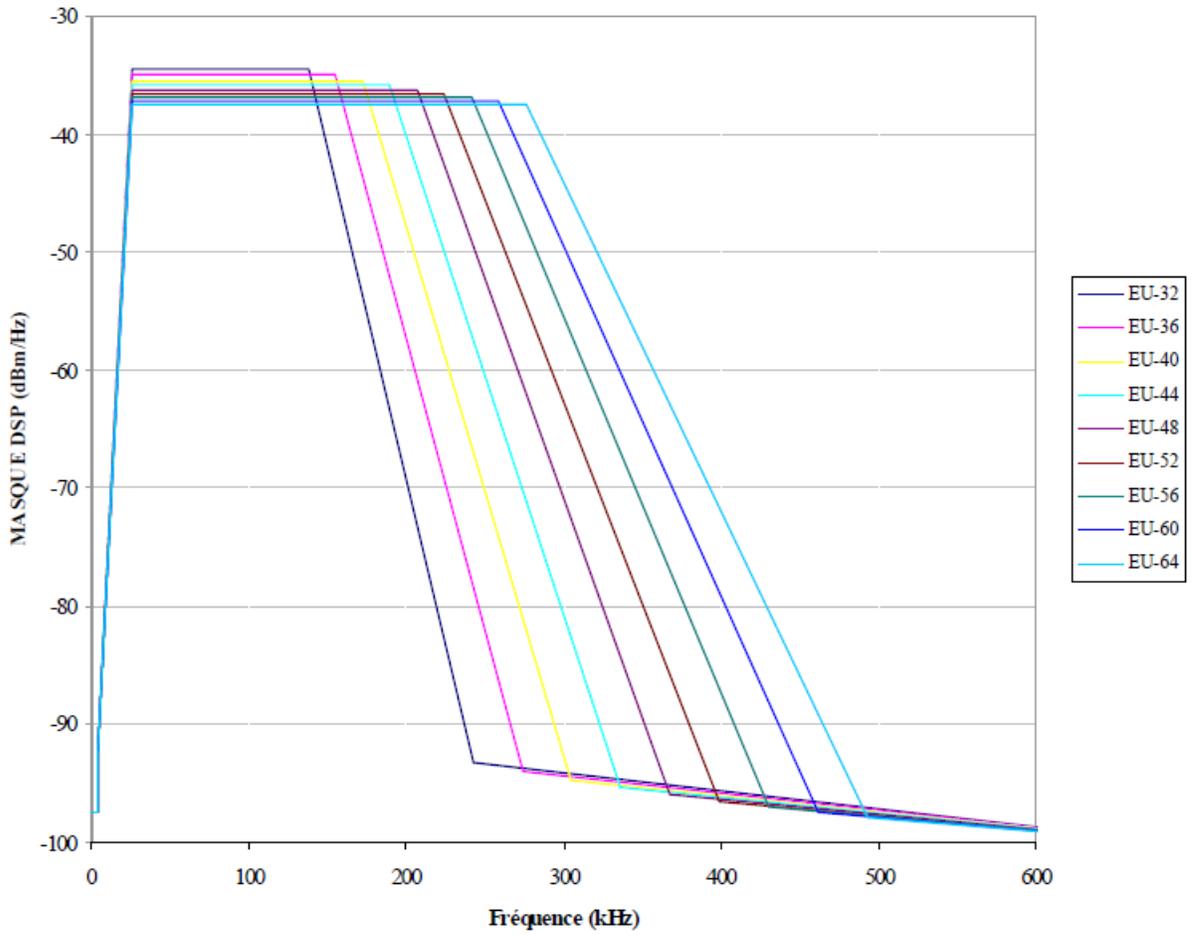


Figure 3.2.1.5(b) : Désignateur de masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2 avec canal amont étendu sur le STAT



3.2.1.6 Densité spectrale de puissance à l'interface U-C pour les systèmes ADSL2 en mode numérique intégral

Tableau 3.2.1.6(a) : Définition du masque DSP pour UERA-D (ADSL2+ en mode numérique intégral)

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
0,2	-46,5
1,5	-46,5
3	DSP de crête intrabande
f_1	DSP de crête intrabande
f_{int}	DSP _{int}
686	-100
1 411	-100 avec des largeurs de bande de mesure de 10 kHz et de 1 MHz
1 630	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -110 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
5 275	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -112 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
30 000	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -112 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz

Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de f_1 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

**Tableau 3.2.1.6(b) : Désignateur de masque DSP de crête intrabande d'UERA-D
(ADSL2+ en mode numérique intégral)**

Désignateur	DSP de crête intrabande (dBm/Hz)	Fréquence f_1 (kHz)	Fréquence f_{int} (kHz)	DSP d'interception (dBm/Hz)
ADLU - 32	242,92	-34,5	-93,2	138
ADLU - 36	274	-35	-94	155,25
ADLU - 40	305,16	-35,5	-94,7	172,5
ADLU - 44	336,4	-35,9	-95,4	189,75
ADLU - 48	367,69	-36,3	-95,9	207
ADLU - 52	399,04	-36,6	-96,5	224,25
ADLU - 56	430,45	-36,9	-97	241,5
ADLU - 60	461,9	-37,2	-97,4	258,75
ADLU - 64	493,41	-37,5	-97,9	276

Figure 3.2.1.6(a) : Masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2+ en mode numérique intégral

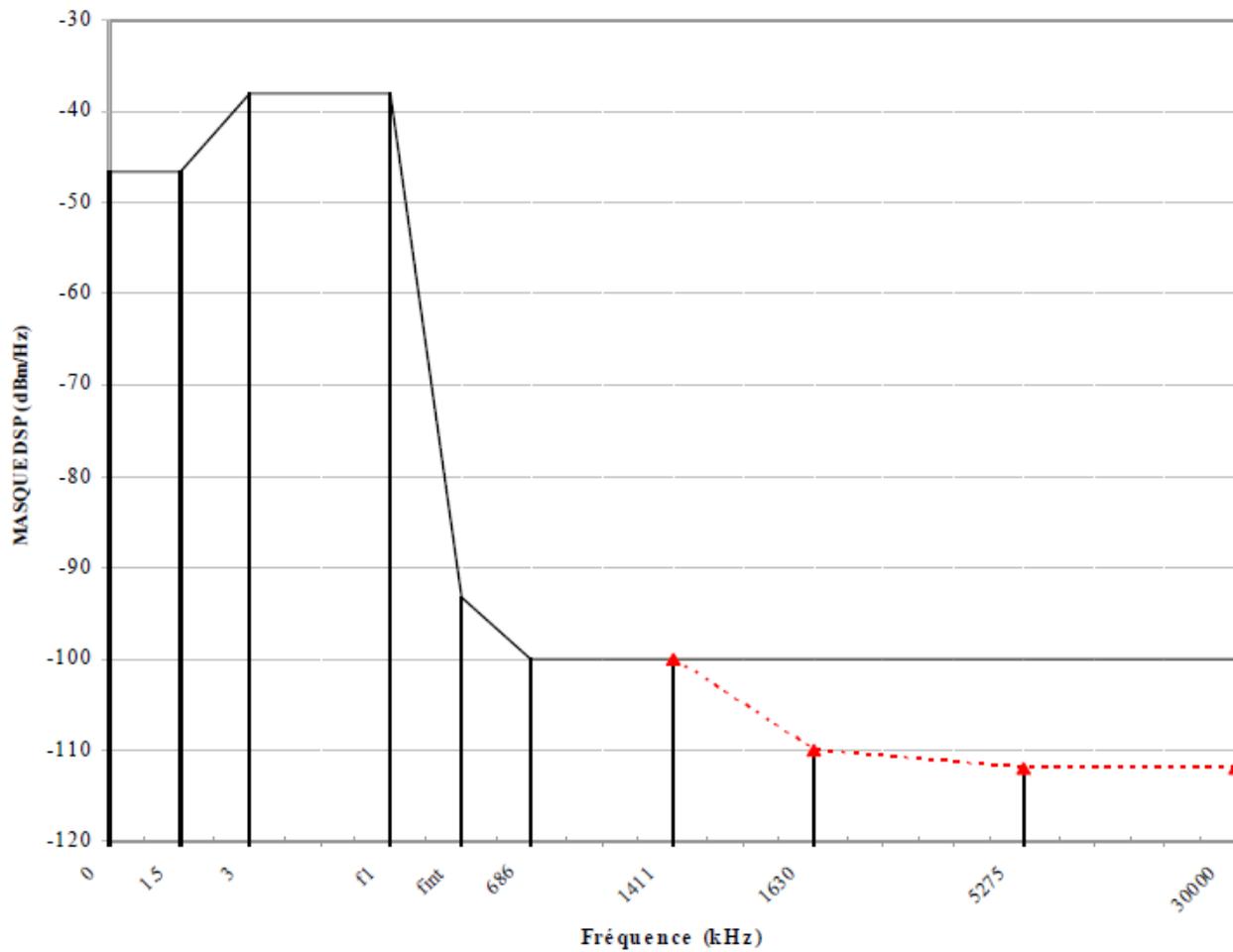
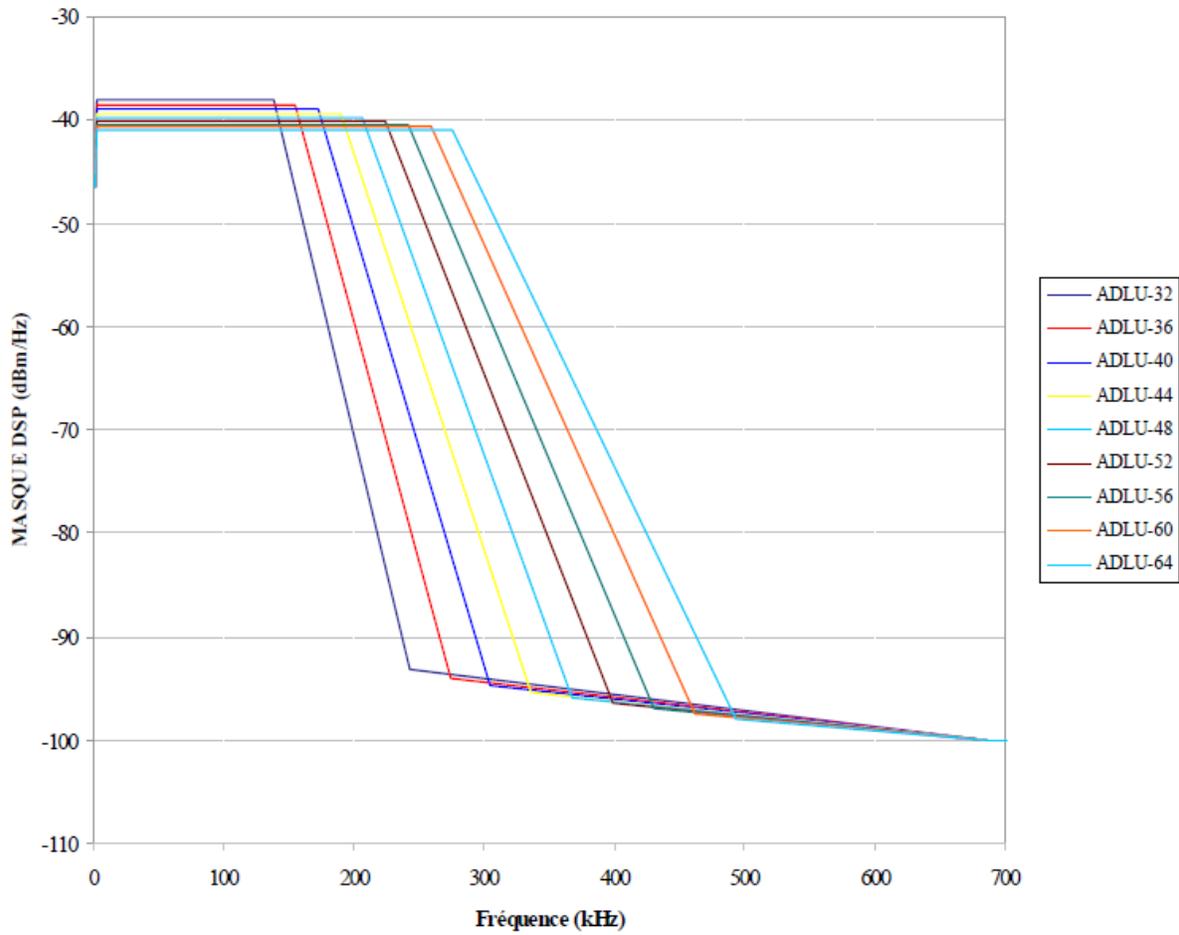


Figure 3.2.1.6(b) : Désignateur de masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2+ en mode numérique intégral



3.2.1.7 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D pour ADSL2+ avec canal amont étendu

Tableau 3.2.1.7(a) : Définition de masque DSP pour UERA-D (ADSL2+ avec canal amont étendu)

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz) aux bornes d'une résistance de 100 Ω
0,2	-97,5
4	-97,5
4	-92,5
25,875	DSP de crête intrabande
f_1	DSP de crête intrabande
f_{int}	DSP _{int}
686	-100
1 411	-100 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
1 630	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -110 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
5 275	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -112 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz
30 000	-100 avec une largeur de bande de mesure de 10 kHz et -112 avec une largeur de bande de mesure de 1 MHz

Note 1 : Les valeurs de DSP et des fréquences au point d'arrêt sont exactes.

Note 2 : Au-dessus de 25,875 kHz, la DSP de crête doit être mesurée avec une largeur de bande de résolution de 10 kHz.

Note 3 : La puissance dans une fenêtre mobile de 1 MHz est mesurée dans une largeur de bande de 1 MHz, à partir de la fréquence de mesure.

**Tableau 3.2.1.7(b) : Désignateur de masque DSP de crête intrabande d'UERA-D
(ADSL2+ avec canal amont étendu)**

Désignateur	DSP de crête intrabande (dBm/Hz)	Fréquence f_1 (kHz)	Fréquence f_{int} (kHz)	DSP d'interception (dBm/Hz)
ADLU - 32	-34,5	138	242,92	-93,2
ADLU - 36	-35	155,25	274	-94
ADLU - 40	-35,5	172,5	305,16	-94,7
ADLU - 44	-35,9	189,75	336,4	-95,4
ADLU - 48	-36,3	207	367,69	-95,9
ADLU - 52	-36,6	224,25	399,04	-96,5
ADLU - 56	-36,9	241,5	430,45	-97
ADLU - 60	-37,2	258,75	461,9	-97,4
ADLU - 64	-37,5	276	493,41	-97,9

Figure 3.2.1.7(a) : Masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2+ avec canal amont étendu

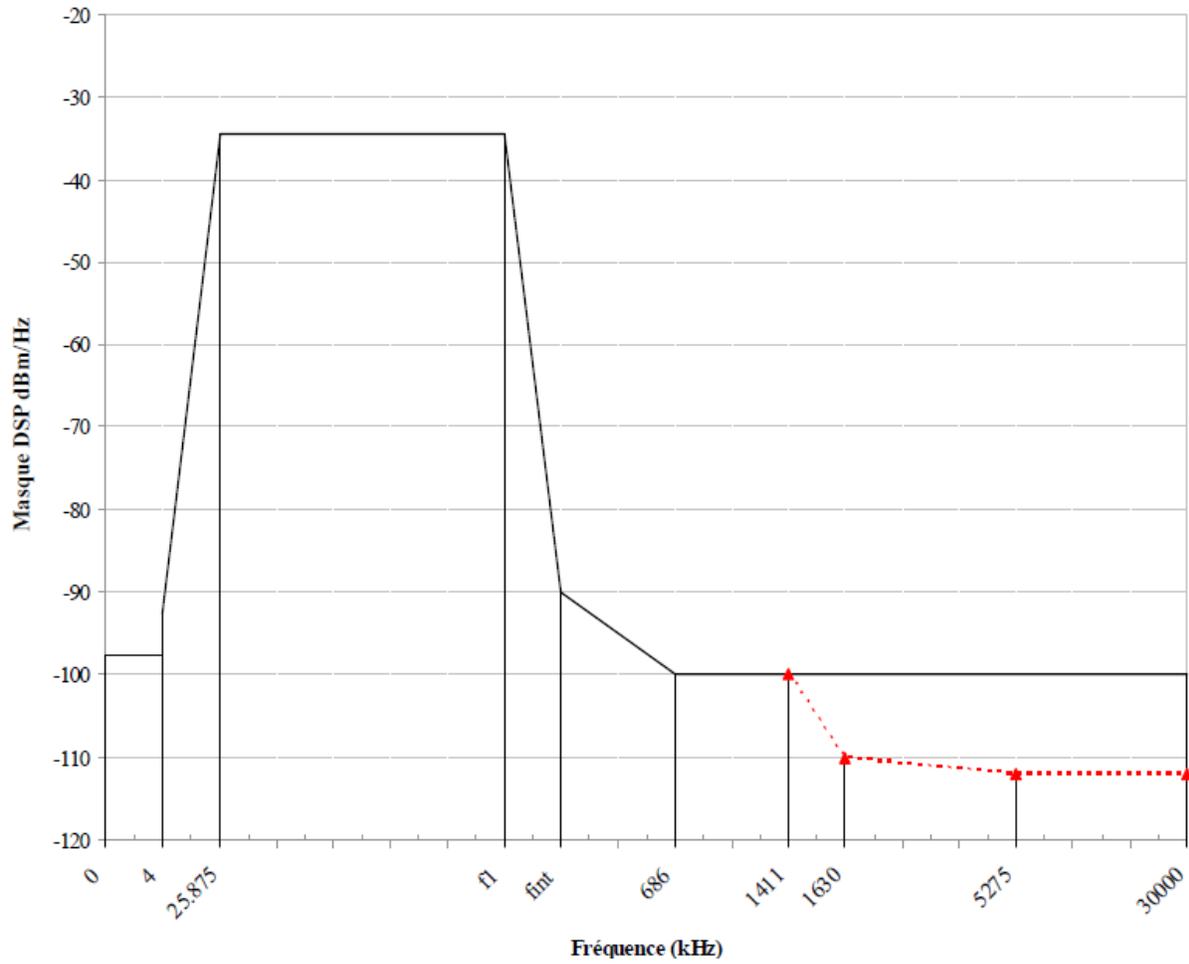
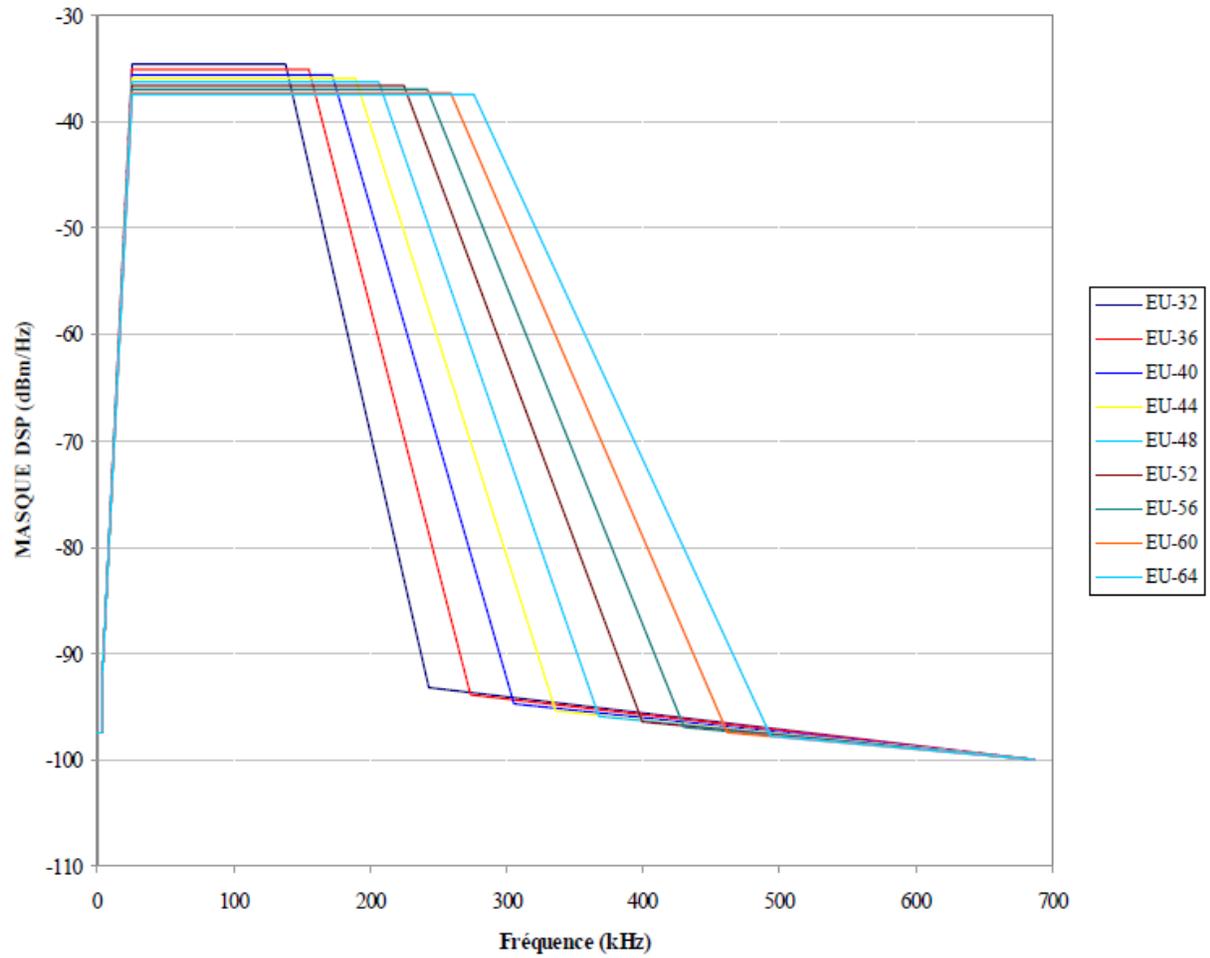


Figure 3.2.1.7(b) : Désignateur de masque DSP d'émission en amont d'UERA-D pour ADSL2+ avec canal amont étendu



3.2.1.8 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D pour READSL 2BIQ

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis par le transmetteur READSL 2BIQ doit être conforme à l'équation suivante :

$$SDSL_u(f) = \frac{2,7 \times 2,7}{135 \times f_{sym}} \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_{sym}}\right)}{\frac{\pi f}{f_{sym}}} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{\frac{240}{392} f_{sym}}\right)^8}$$

Dans cette équation, f_{sym} est le débit de symboles (qui est égal à la moitié du débit binaire de ligne).

La DSP 2B1Q réelle peut différer de cette spécification modèle. Cependant, pour les débits de données inférieurs à 1 568 kbit/s, elle doit respecter les masques DSP associés à chacun des débits de données applicables (voir le tableau 3.2.1.8 (a)). Les limites DSP sont définies dans les équations et les masques qui se trouvent aux tableaux 3.2.1.8(a), (b), (c), (d), (e) et (f), et aux figures 3.2.1.8(a), (b), (c), (d) et (e).

L'ÉT doit respecter le masque DSP applicable à chacun des débits de données auxquels il peut fonctionner. L'ÉT doit être mis à l'essai au moins au débit de données maximal de chacune des classes READSL auxquelles il peut fonctionner.

Pour les débits de données entre 1 568 kbit/s et 2 320 kbits, la DSP du signal émis ne doit pas dépasser les limites DSP définies par l'équation ci-dessus (READSL $u(f)$), majorées de 3,5 dB. Pour les fréquences au-dessus du point où la valeur du masque DSP, telle que définie ci-dessus, est au-dessous de la valeur de crête du prochain lobe, la DSP maximum doit être égale à cette valeur jusqu'à ce que le point DSP de crête du prochain lobe soit atteint. Pour les fréquences au-dessus du point où la valeur du masque DSP, telle que définie ci-dessus, est au-dessous de -90 dBm/Hz, la DSP maximum (signaux hors-bande) ne doit pas dépasser -90 dBm/Hz jusqu'à 30 MHz.

Tableau 3.2.1.8(a) : Débits READSL 2BIQ et tableaux et figures des masques DSP associés

Débit READSL 2BIQ (kbit/s)	Masques DSP
débit ≤ 288	Tableau 3.2.1.8(b) + Figure 3.2.1.8(a)
288 < débit ≤ 528	Tableau 3.2.1.8(c) + Figure 3.2.1.8(b)
528 < débit ≤ 784	Tableau 3.2.1.8(d) + Figure 3.2.1.8(c)
784 < débit ≤ 1 168	Tableau 3.2.1.8(e) + Figure 3.2.1.8(d)
1 168 < débit ≤ 1 568	Tableau 3.2.1.8(f) + Figure 3.2.1.8(e)
1 568 < débit	Voir l'équation de la section 3.2.1.8

Tableau 3.2.1.8(b) : Définition du masque DSP READSL 2BIQ (débits ≤ 288 kbit/s)

Bande de fréquences (kHz)	DSP (dBm/Hz)
$0,2 < f \leq 25$	-29
$25 < f \leq 76$	$-29 - 10,35 \times \log_{10}(f/25)$
$76 < f \leq 79$	$-34 - 0,5 \times ((f-76)/3)$
$79 < f \leq 85$	$-34,5 - 19,6 \times \log_{10}((f-79)/10)$
$85 < f \leq 100$	$-38,5 - 4 \times ((f-85)/15)$
$100 < f \leq 115$	$-42,5 - 7 \times ((f-100)/15)$
$115 < f \leq 120$	-49,5
$120 < f \leq 225$	$-49,5 - 55 \times \log_{10}(f/120)$
$225 < f \leq 520$	$-64,5 - 70 \times \log_{10}(f/225)$
$520 < f \leq 30\ 000$	-90

Tableau 3.2.1.8(c) : Définition du masque DSP READSL 2B1Q (288 kbit/s < débit ≤ 528 kbit/s)

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz)
0,2	-32,5
25	-32,5
75	-33
100	-35,5
150	-41,5
200	-50,5
230	-60,5
245	-67,5
335	-68,5
390	-72,5
440	-79,5
485 < f ≤ 30 000	-90

Tableau 3.2.1.8(d) : Définition du masque DSP READSL 2B1Q (528 kbit/s < débit ≤ 784 kbit/s)

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz)
0,2	-33,5
50	-33,5
125	-34,5
210	-37,5
310	-53,5
370	-69,5
550	-71,5
670	-81,5
725 < f ≤ 30 000	-90

Tableau 3.2.1.8(e) : Définition du masque DSP READSL 2B1Q (784 kbit/s < débit ≤ 1 168 kbit/s)

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz)
0,2	-35,5
60	-35,5
200	-36,5
250	-37
315	-37,5
400	-49,5
500	-62,5
550	-71,5
750	-72,5
950	-80,5
1 095 < f ≤ 30 000	-90

Tableau 3.2.1.8(f) : Définition du masque DSP READSL 2B1Q (1 168 kbit/s < débit ≤ 1 568 kbit/s)

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz)
0,2	-36,5
100	-36,5
150	-37
200	-38
300	-38,5
390	-38,5
420	-39,5
500	-47,5
775	-73,5
1 000	-73,5
1 100	-76,5
1 300	-82,5
1 395 < f ≤ 30 000	-90

Figure 3.2.1.8(a) : Masque DSP pour READSL 2B1Q (débit ≤ 288 kbit/s)

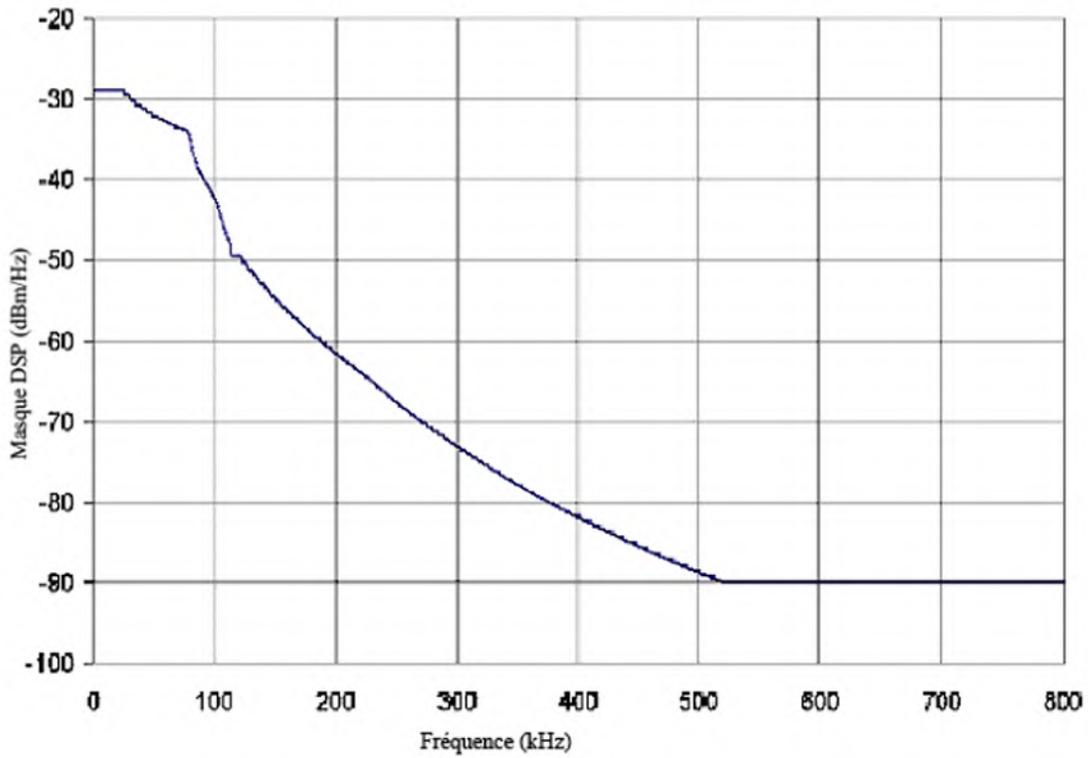


Figure 3.2.1.8(b) : Masque DSP pour READSL 2B1Q (288 kbit/s < débit ≤ 528 kbit/s)

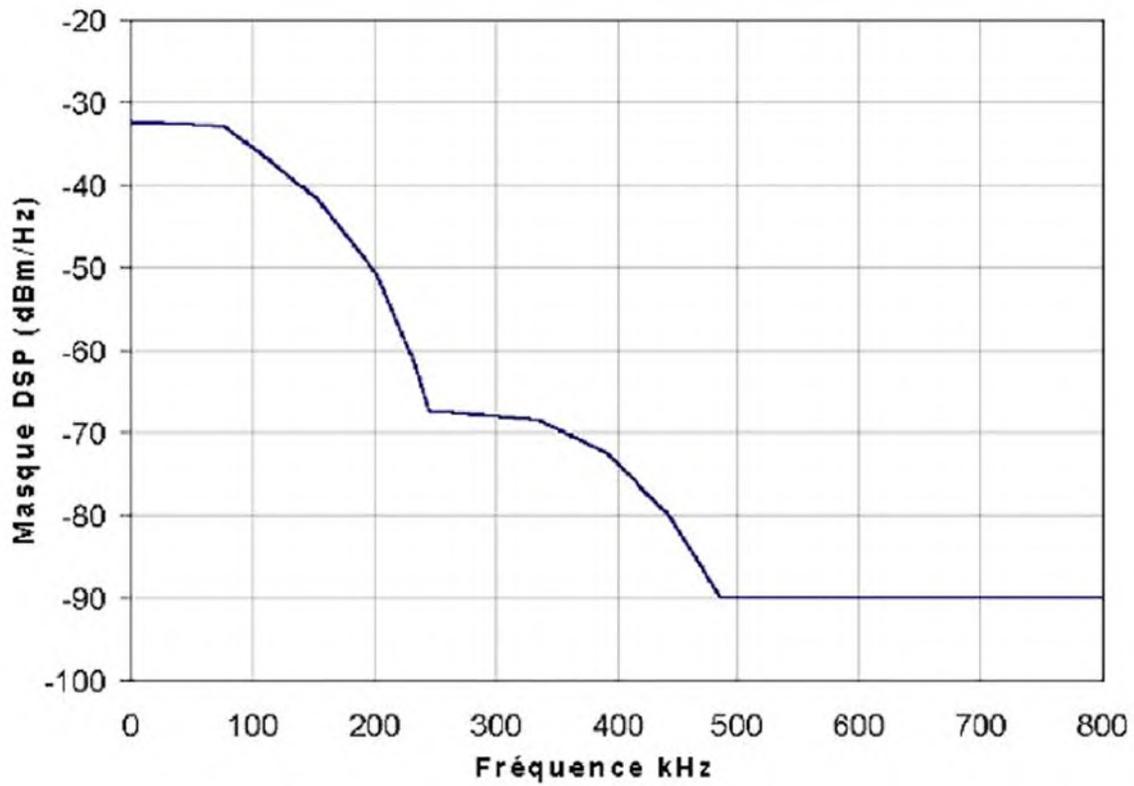


Figure 3.2.1.8(c) : Masque DSP pour READSL 2B1Q (528 kbit/s < débit ≤ 784 kbit/s)

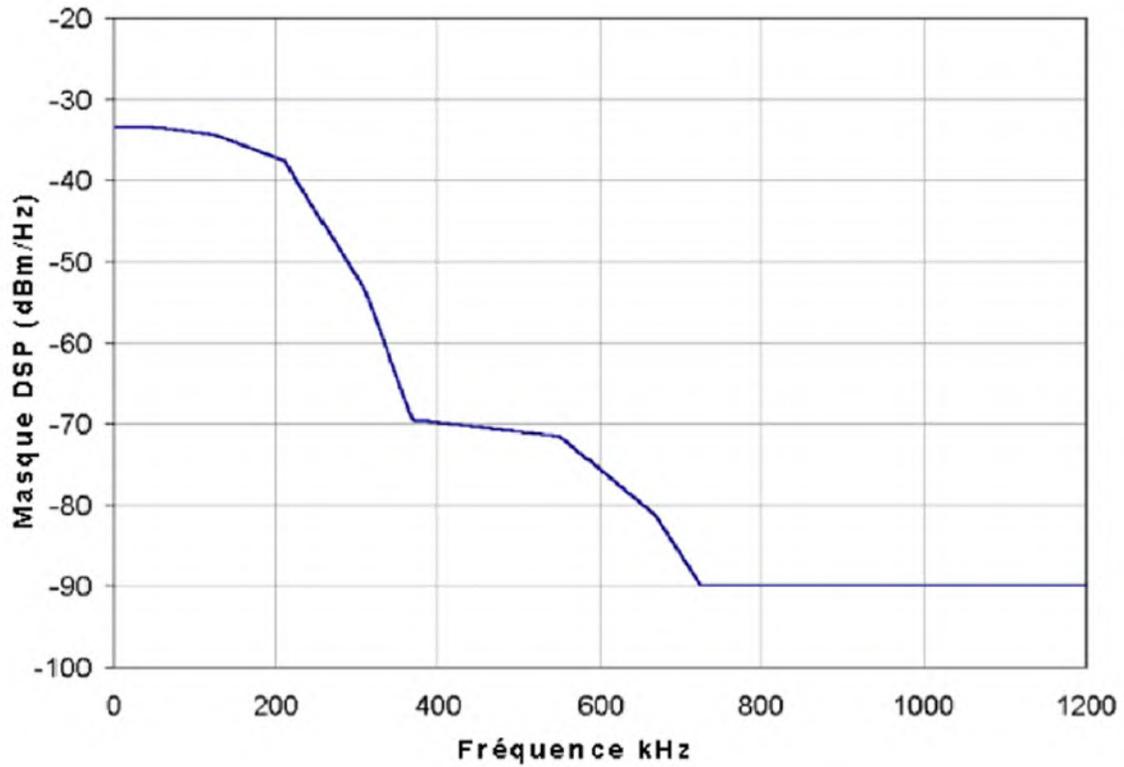


Figure 3.2.1.8(d) : Masque DSP pour READSL 2B1Q (784 kbit/s < débit ≤ 1 168 kbit/s)

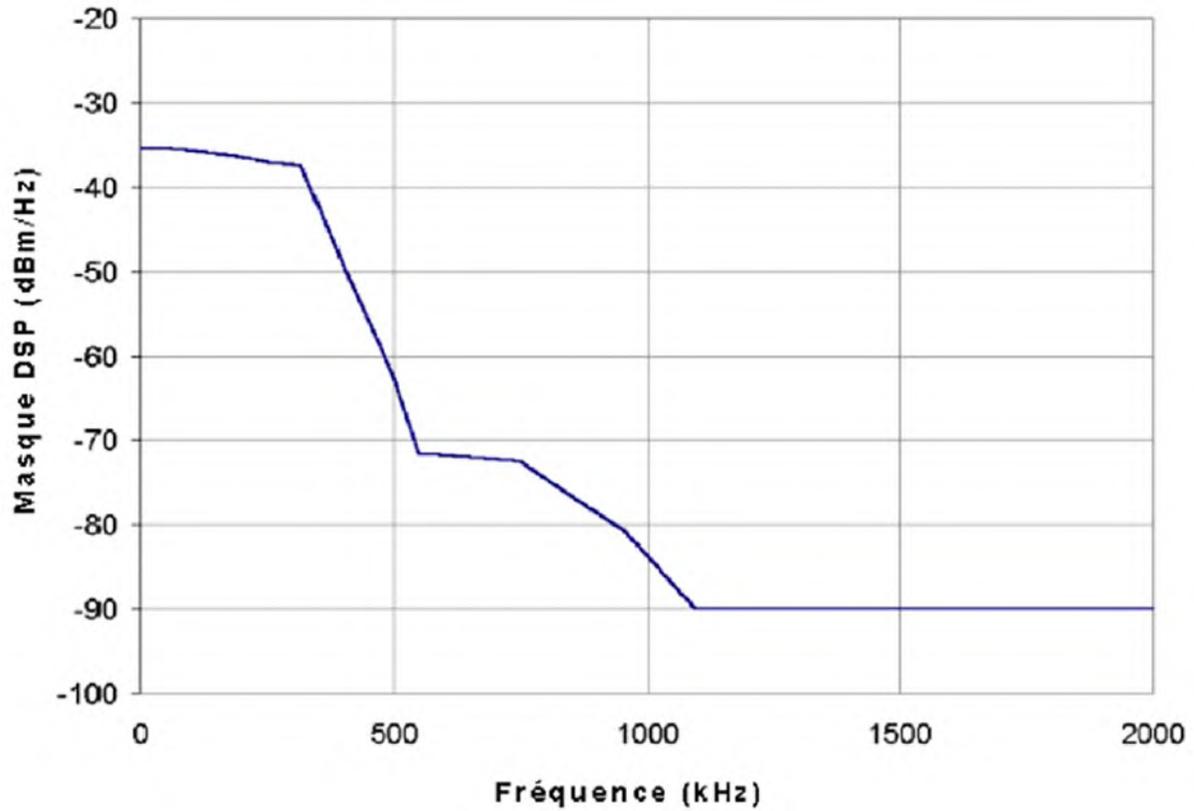
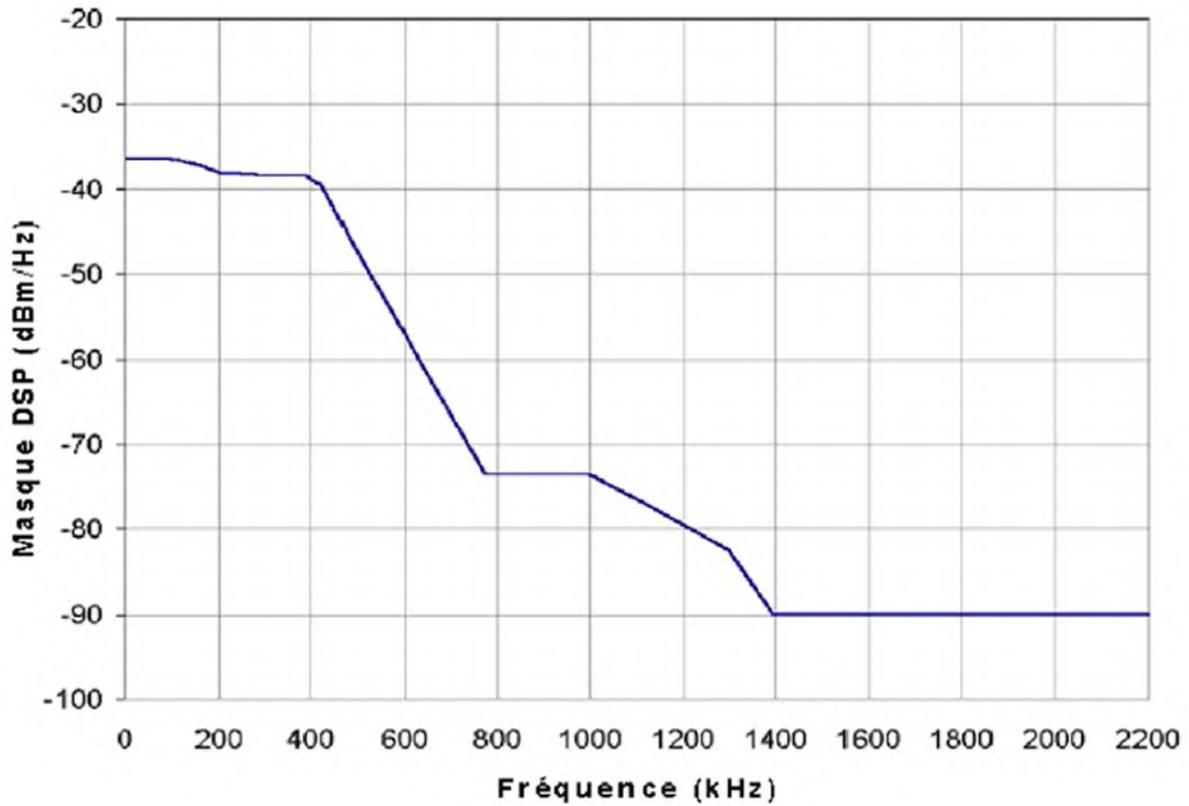


Figure 3.2.1.8(e) : Masque DSP pour READSL 2B1Q ($1\ 168\ \text{kb/s} < \text{débit} \leq 1\ 568\ \text{kb/s}$)



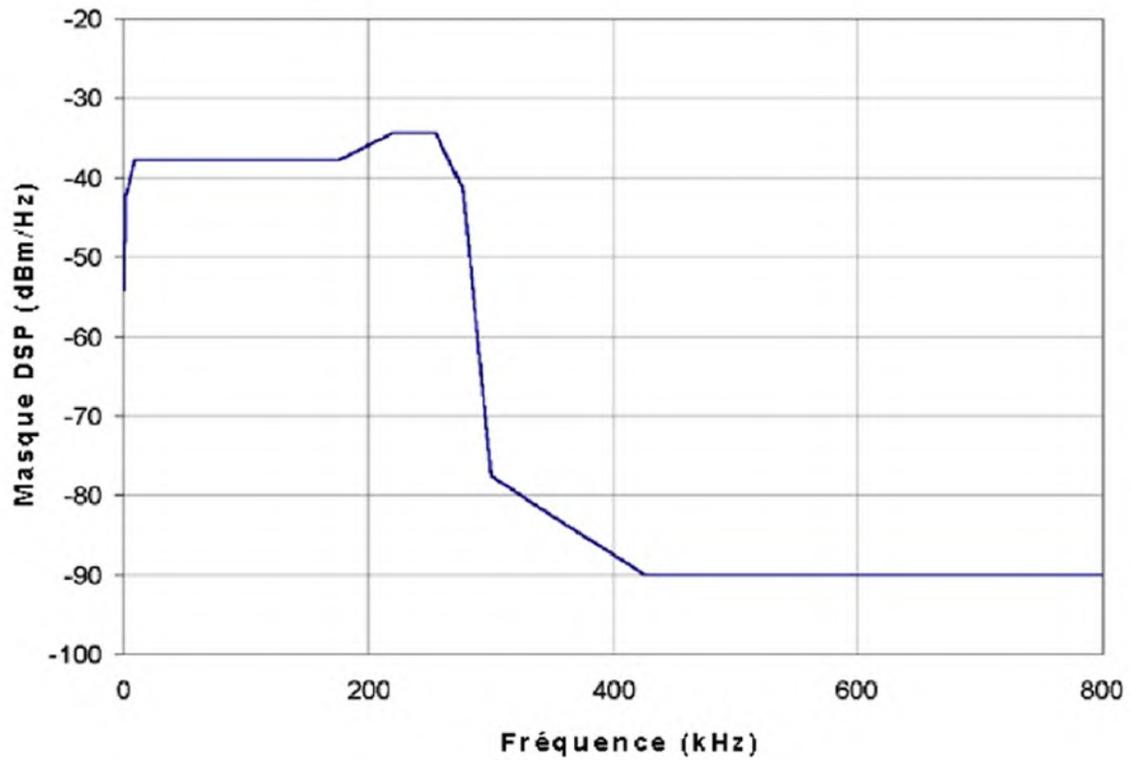
3.2.1.9 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D des systèmes HDSL2

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal HDSL2 émis à l'interface U-D ne doit pas dépasser le masque DSP défini au tableau 3.2.1.9 et à la figure 3.2.1.9.

Tableau 3.2.1.9 : Valeurs du masque HDSL2 pour le conformateur spectral à l'interface U-D

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz)
≤ 1	-54,2
2	-42,1
10	-37,8
220	-34,4
255	-34,4
276	-41,1
175	-37,8
300	-77,6
426	-90
30 000	-90

Figure 3.2.1.9 : Masque DSP de l'UER-D HDSL2 pour l'émission vers l'amont



3.2.1.10 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D des systèmes SHDSL symétriques

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis par un système SHDSL ne doit pas dépasser le masque DSP (SHDSL_M(f)) suivant :

$$SHDSL_M(f) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{f_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{12}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}, \quad f < f_{int} \\ 0.5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, \quad f_{int} \leq f \leq 1.1MHz \end{array} \right\}$$

Le décalage *MaskOffsetdB(f)* se calcule comme suit :

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0.4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

Dans cette équation, f_{int} est la fréquence à laquelle les deux fonctions régissant SHDSL_M(f) se croisent dans la plage de 0 à f_{sym} . Les variables K_{SHDSL} , f_{sym} , f_{3dB} et le débit de l'information utile R sont définis au tableau 3.2.1.10.

Pour les fréquences au-dessus du point où la valeur du masque DSP, définie ci-dessus, est au-dessous de la valeur de crête du lobe suivant, la DSP maximale doit être égale à cette valeur jusqu'à ce que le point DSP de crête du lobe suivant soit atteint.

Pour les fréquences au-dessus du point où la valeur du masque DSP, définie ci-dessus, est au-dessous de -90 dBm/Hz, la DSP maximale (signal hors-bande) ne doit pas dépasser -90 dBm/Hz jusqu'à 30 MHz.

Le spectre émis d'un ÉT doit respecter le masque DSP applicable à chacun des débits spécifiés au tableau A1(d) de l'annexe A. L'ÉT doit être mis à l'essai au moins au débit maximal de chacune des classes READSL auxquelles il peut fonctionner, conformément au tableau A1(d) de l'annexe A.

Tableau 3.2.1.10 : Paramètres DSP pour les systèmes SHDSL symétriques

Débit de ligne DL (kbps)	K_{shdsl}	f_{sym} (ksymbole/s)	f_{3dB}
DL ≠ 1 544 ou 1 552	7,86	DL / 3	1,0 x f_{sym} / 2
DL = 1 544 ou 1 552	8,32	DL / 3	0,9 x f_{sym} / 2

3.2.1.11 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D des systèmes SHDSL étendus

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis par un système SHDSL étendu ne doit pas dépasser le masque DSP ($SHDSL_M(f)$) suivant :

$$SHDSL_M(f) = \begin{cases} \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Order}} \times 10^{\frac{MaskOffsetdB(f)}{10}} \text{ W/Hz} , & f < f_{int} \\ -90 \text{ dBm/Hz peak, with max power in the } [f, f + 1 \text{ MHz}] \text{ window of} \\ [10 \log_{10}(0.5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}) + 90] \text{ dBm} , & f_{int} \leq f \leq 3.184 \text{ MHz} \\ -90 \text{ peak dBm/Hz with max power in the } [f, f + 1 \text{ MHz}] \text{ window of } -50 \text{ dBm} , & 3.184 \text{ MHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz} \end{cases}$$

La puissance totale mesurée à l'entrée de la résistance de 135 Ω ne doit pas dépasser +14 dBm.

Le décalage $MaskOffsetdB(f)$ se calcule comme suit :

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0.4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}} , & f < f_{3dB} \\ 1 , & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

Dans l'équation, f_{int} est la fréquence à laquelle les deux fonctions régissant $SHDSL_M(f)$ se croisent dans la plage de 0 à f_{sym} . Les variables K_{SHDSL} , $Order$, N , f_{sym} et f_{3dB} sont définies

aux tableaux 3.2.1.11(a) et 3.2.1.11(b). R est le débit binaire de l'information utile. Les variables f , f_{sym} , f_{int} et $f_{3\text{dB}}$ sont données en unités de hertz (Hz).

Tableau 3.2.1.11(a) : Paramètres DSP pour les systèmes 16-TCPAM symétriques

Débit d'information utile R (kbit/s)	K_{SHDSL}	Ordre	N	f_{sym} (ksymbole/s)	$f_{3\text{dB}}$
$2\ 320 \leq R \leq 3\ 840$	7,86	6	1	$(R+8)/3$	$1,0 \times f_{\text{sym}}/2$

Tableau 3.2.1.11(b) : Paramètres DSP pour les systèmes 32-TCPAM symétriques

Débit d'information utile, R (kbit/s)	K_{SHDSL}	Ordre	N	f_{sym} (ksymbole/s)	$f_{3\text{dB}}$
$768 \leq R \leq 5\ 696$	7,86	6	1	$(R+8)/4$	$1,0 \times f_{\text{sym}}/2$

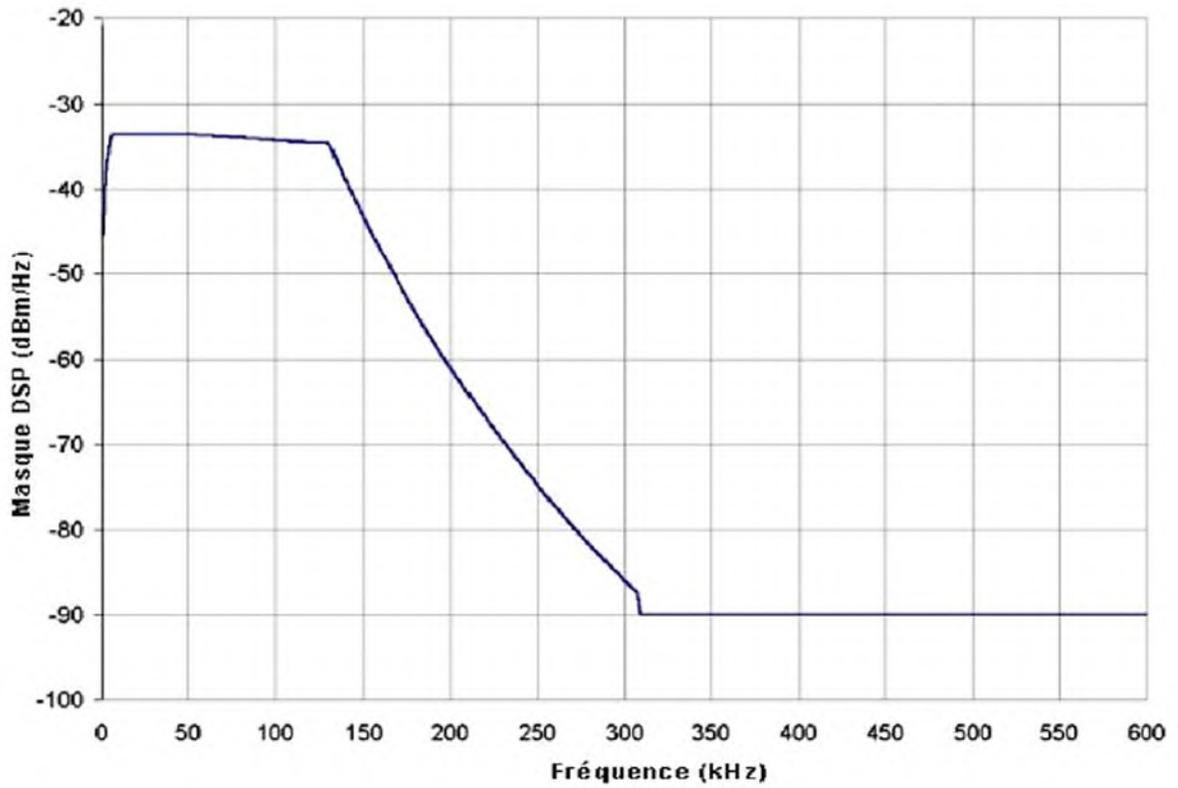
3.2.1.12 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D des systèmes HDSL4

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal HDSL4 mis à l'interface U-D ne doit pas dépasser le masque DSP défini au tableau 3.2.1.12 et à la figure 3.2.1.12.

Tableau 3.2.1.12 : Définition du masque DSP de l'UER-D HDSL4 pour l'émission en amont

Bande de fréquences (kHz)	DSP (dBm/Hz)
$0 < f \leq 0,2$	-47,5
$0,2 < f \leq 2$	$-37,5 + 10(f-2)/1,8$
$2 < f \leq 5$	$-33,5 + 4(f-5)/3$
$5 < f \leq 50$	-33,5
$50 < f \leq 125$	$-33,5 - ((f-50)/75)$
$125 < f \leq 130$	-34,5
$130 < f \leq 307$	$-34,5 - 142 \times \log_{10}(f/130)$
$307 < f \leq 30\,000$	-90

Figure 3.2.1.12 : Masque DSP de l'UER-D HDSL4 pour l'émission en amont



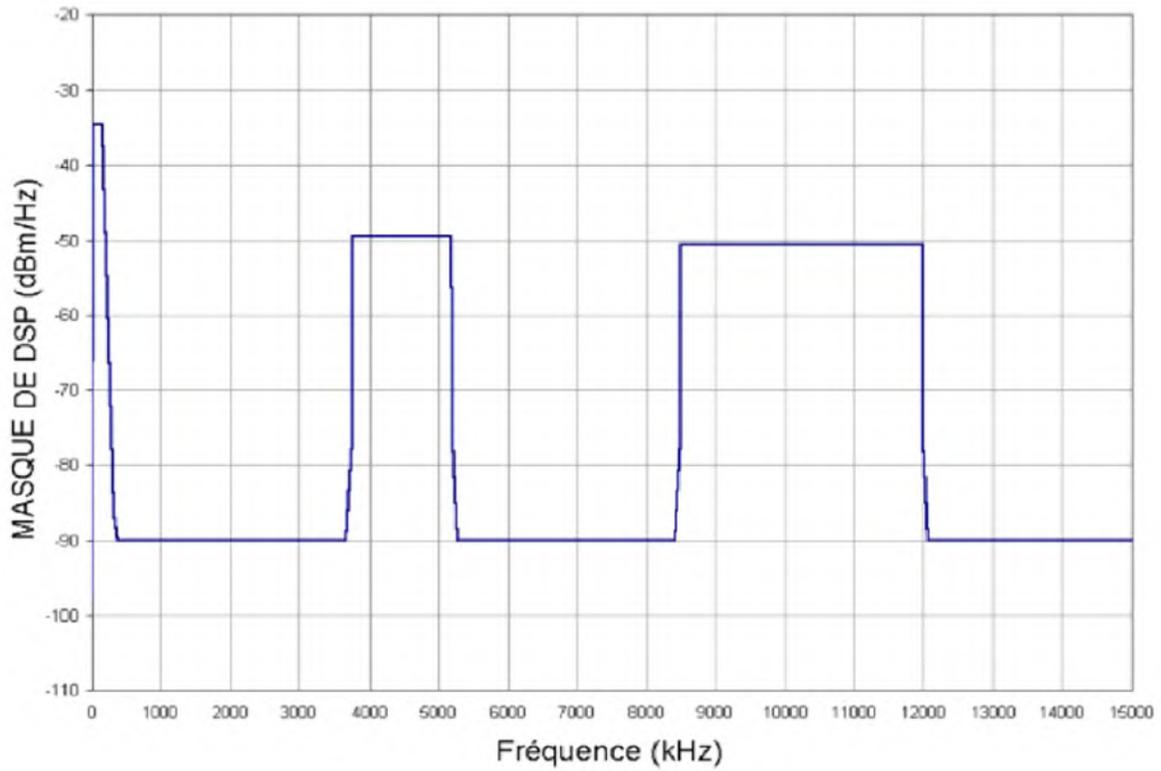
3.2.1.13 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D pour VDSL (QAM/DMT)

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis sur le canal VDSL vers l'amont (sortie UERV-D) ne doit pas dépasser le masque de DSP représenté à la figure 3.2.1.13 pour une utilisation à tous les débits que l'ÉT peut atteindre. L'ÉT doit au moins subir des essais au débit maximal auquel il peut fonctionner. Le tableau 3.2.1.13 donne les valeurs numériques du masque représenté à la figure 3.2.1.13.

Tableau 3.2.1.13 : Définition du masque de DSP à l'UERV-D (VDSL [QAM/DMT])

Fréquence (kHz)	DSP (dBm/Hz)
0,2-4	-97,5
25	-34,5
138	-34,5
307	-86,5
368	-90
3 655	-90
3 750	-76,5
3 751	-49,5
5 199	-49,5
5 200	-76,5
5 287	-90
8 412	-90
8 500	-76,5
8 501	-50,5
11 999	-50,5
12 000	-76,5
12 087	-90
30 000	-90

Figure 3.2.1.13 : Masque de DSP pour une transmission VDSL vers l'amont à l'UERV-D [QAM/DMT]



3.2.1.14 Densité spectrale de puissance à l'interface U-D pour VDSL2 sur le STAT

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis sur le canal VDSL2 vers l'amont (sortie UERV-D) ne doit pas dépasser le masque de DSP représenté aux figures 3.2.1.14(a) à (f) pour une utilisation à tous les débits que l'ÉT peut atteindre. L'ÉT doit au moins subir des essais au débit maximal auquel il peut fonctionner. Les tableaux 3.2.1.14(a) et (b) donnent les valeurs numériques du masque représenté aux figures 3.2.1.14(a) à (f).

**Tableau 3.2.1.14(a) : Définition du masque DSP pour UERA-V (émission VDSL2
vers l'amont sur le STAT)**

Fréquence (kHz)	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 8a, 8b, 8c, 8d aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 12a, 12b, 17a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour le profil 30a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	LBR
0,2	-97,5	-97,5	-97,5	100 Hz
4	-97,5	-97,5	-97,5	100 Hz
4	-92,5	-92,5	-92,5	100 Hz
25,875	DSP1	DSP1	DSP1	10 kHz
f_{OH}	DSP1	DSP1	DSP1	10 kHz
f_{int}	DSP _{int}	DSP _{int}	DSP _{int}	10 kHz
686	-100	-100	-100	10 kHz
3 575	-100	-100	-100	10 kHz
3 750	-80	-80	-80	10 kHz
3 750	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-80	-80	-80	10 kHz
5 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 500	-100	-80	-80	10 kHz
8 500	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-80	-80	10 kHz
12 175	-100	-100	-100	10 kHz
22 825	-100	-100	-100	10 kHz
23 000	-100	-100	-80	10 kHz
23 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-	-	-80	10 kHz
30 175	-	-	-110	10 kHz

Tableau 3.2.1.14(b) : DSP1 de crête intrabande, DSP d'interception et fréquences f_{OH} et f_{int} pour UERA-V (émission VDSL2 vers l'amont sur le STAT)

Numéro de masque vers l'amont	Désignateur	DSP1 (dBm/Hz)	Fréquence f_{OH} (kHz)	Fréquence d'interception f_{int} (kHz)	Niveau du DSP d'interception DSP _{int} (dBm/Hz)
1	ADLU - 32	-34,5	138	242,92	-93,2
2	ADLU - 36	-35	155,25	274	-94
3	ADLU - 40	-35,5	172,5	305,16	-94,7
4	ADLU - 44	-35,9	189,75	336,4	-95,4
5	ADLU - 48	-36,3	207	367,69	-95,9
6	ADLU - 52	-36,6	224,25	399,04	-96,5
7	ADLU - 56	-36,9	241,5	430,45	-97
8	ADLU - 60	-37,2	258,75	461,9	-97,4
9	ADLU - 64	-37,5	276	493,41	-97,9

Note : EU-32 à EU-64 ne doivent pas être utilisés conjointement avec EU-128.

Figure 3.2.1.14(a) : Masque DSP d'émission VDSL2 (profils 8a, 8b, 8c et 8d) vers l'amont sur le STAT

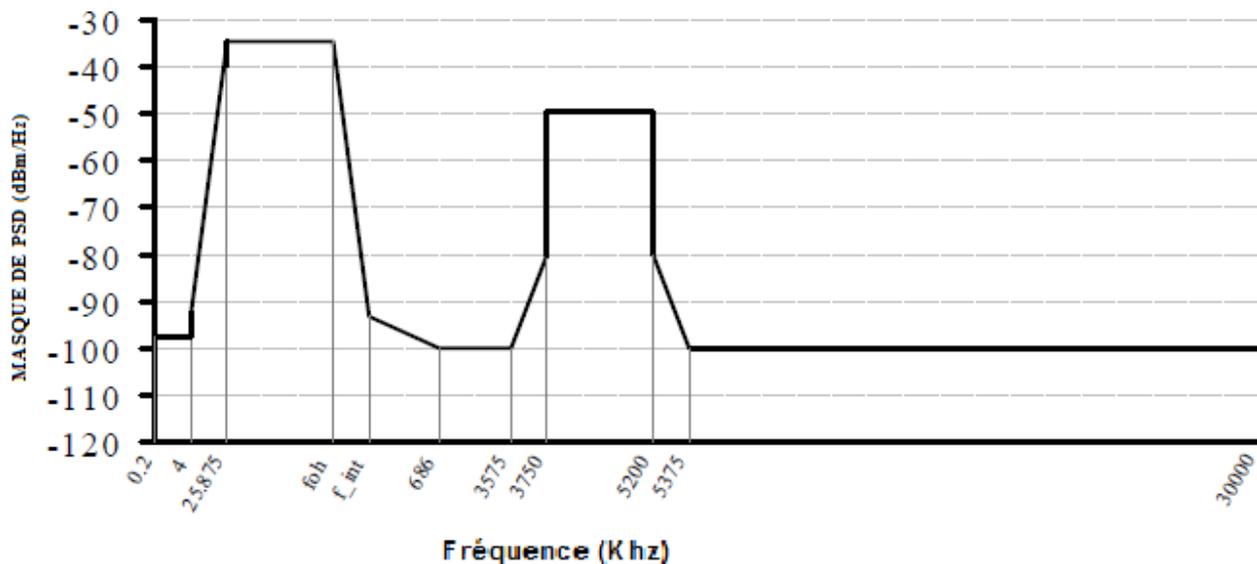


Figure 3.2.1.14(b) : Masque DSP d'émission VDSL2 (profils 12a, 12b et 17a) vers l'amont sur le STAT

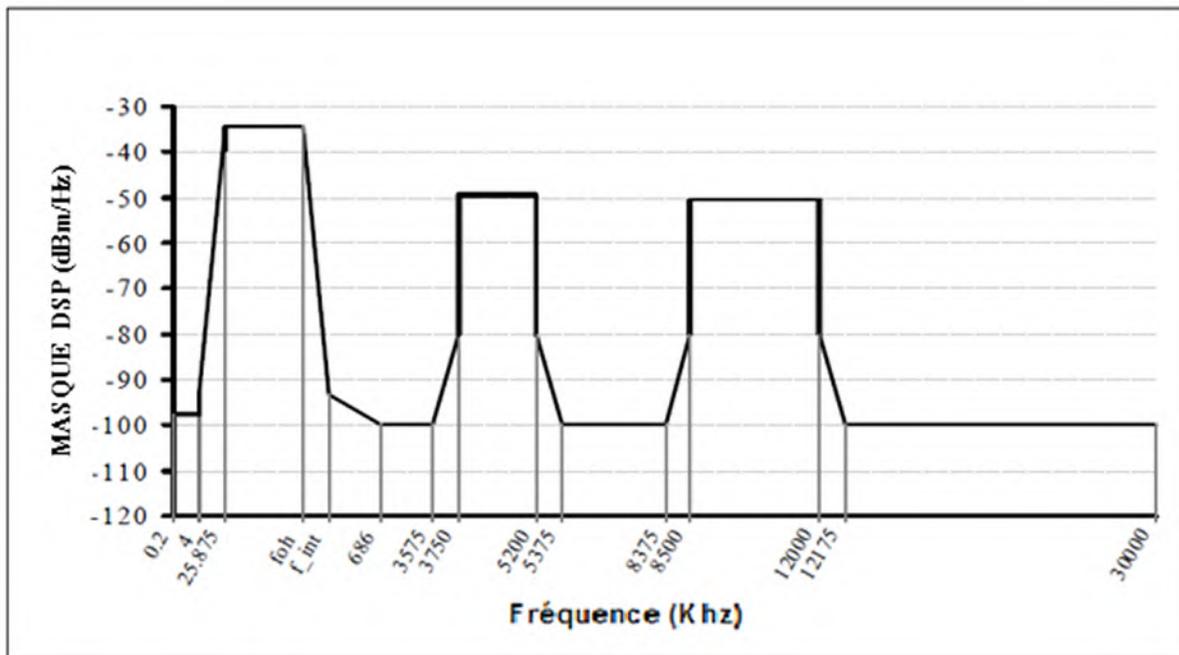


Figure 3.2.1.14(c) : Masque DSP d'émission VDSL2 (profil 30a) vers l'amont sur le STAT

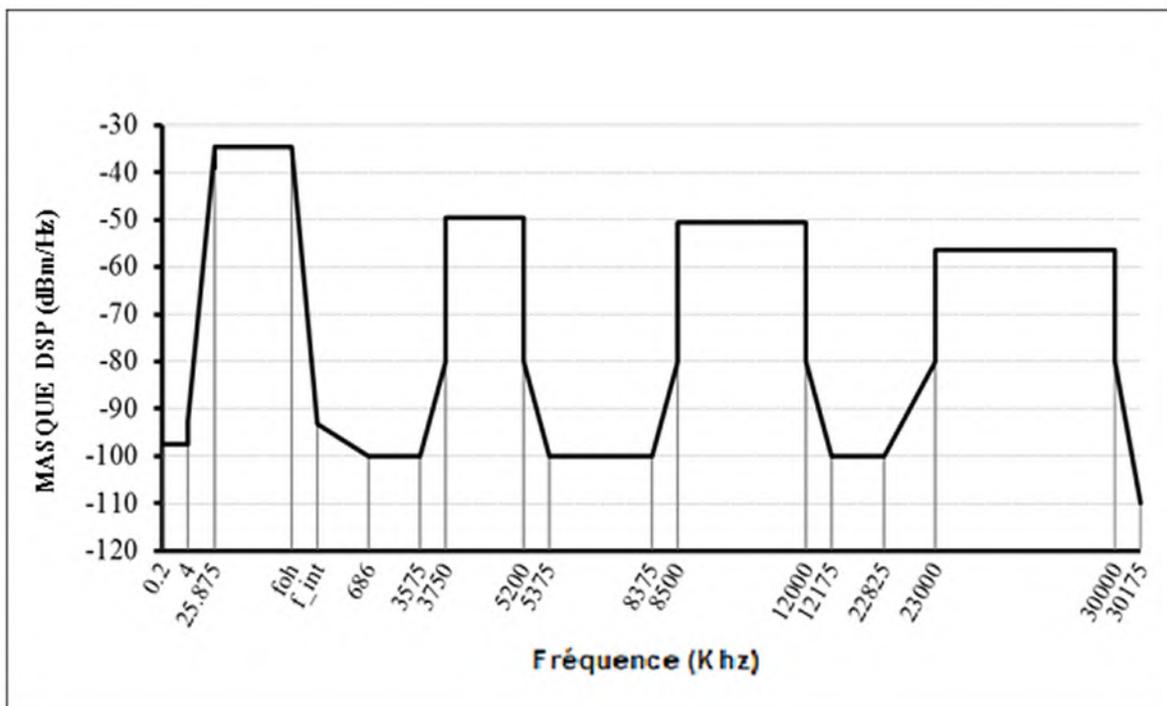


Tableau 3.2.1.14(c) : Limites de masque DSP d'émission VDSL2 EU-128 (profils 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a et 30a) vers l'amont sur le STAT

Fréquence (kHz)	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 8a, 8b, 8c, 8d aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 12a, 12b, 17a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour le profil 30a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	LBR
0,2	-97,5	-97,5	-97,5	100 Hz
4	-97,5	-97,5	-97,5	100 Hz
4	-92,5	-92,5	-92,5	100 Hz
25,875	-34,5	-34,5	-34,5	10 kHz
138	-34,5	-34,5	-34,5	10 kHz
552	-40,6	-40,6	-40,6	10 kHz
989	-100	-100	-100	10 kHz
3 575	-100	-100	-100	10 kHz
3 750	-80	-80	-80	10 kHz
3 750	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-80	-80	-80	10 kHz
5 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 500	-100	-80	-80	10 kHz
8 500	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-80	-80	10 kHz
12 175	-100	-100	-100	10 kHz
22 825	-100	-100	-100	10 kHz
23 000	-100	-100	-80	10 kHz
23 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-	-	-80	10 kHz
30 175	-110	-110	-110	10 kHz

Figure 3.2.1.14(d) : Masque DSP d'émission VDSL2 EU-128 (profils 8a, 8b, 8c et 8d) vers l'amont sur le STAT

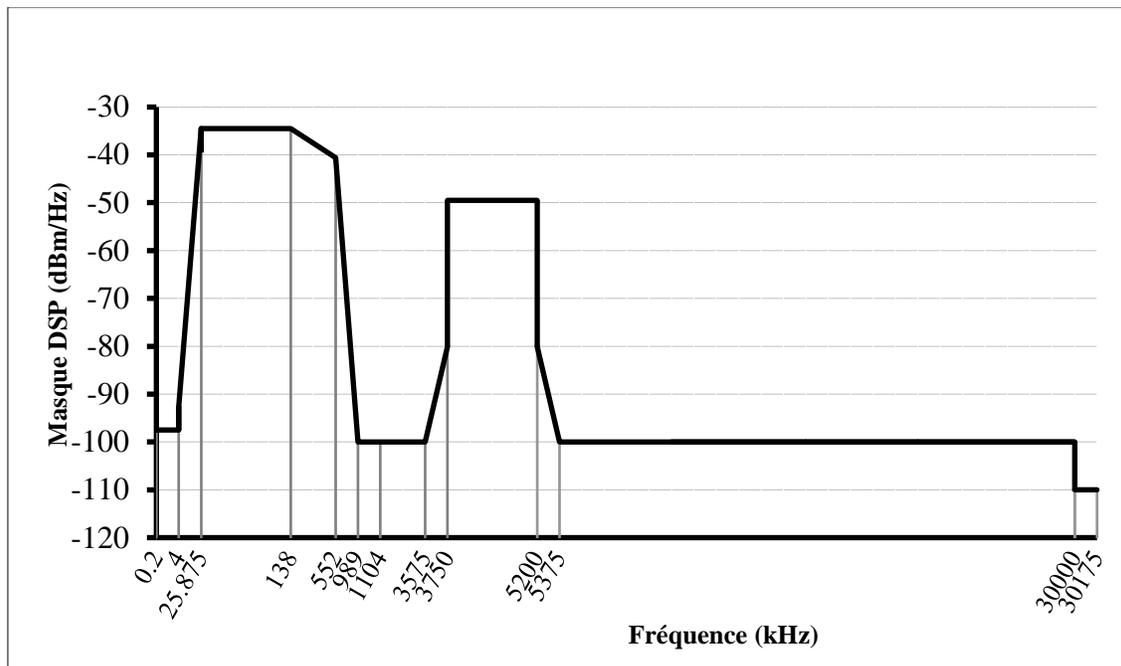


Figure 3.2.1.14(e) : Masque DSP d'émission VDSL2 EU-128 (profils 12a, 12b et 17a) vers l'amont sur le STAT

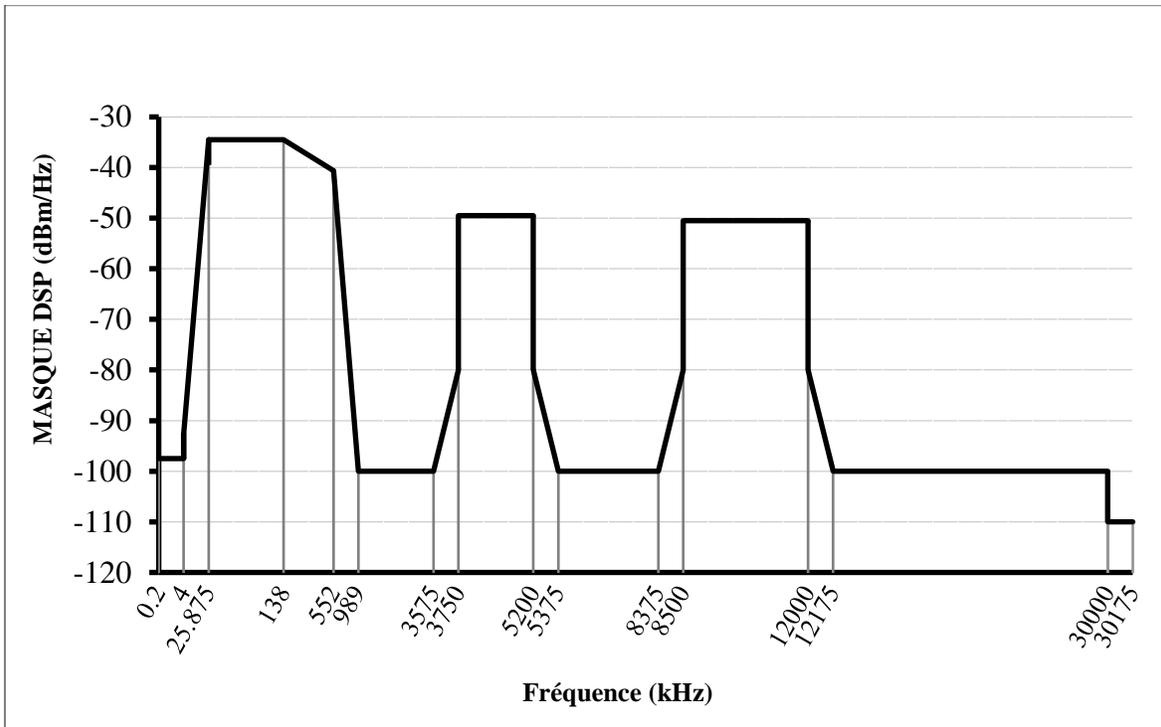
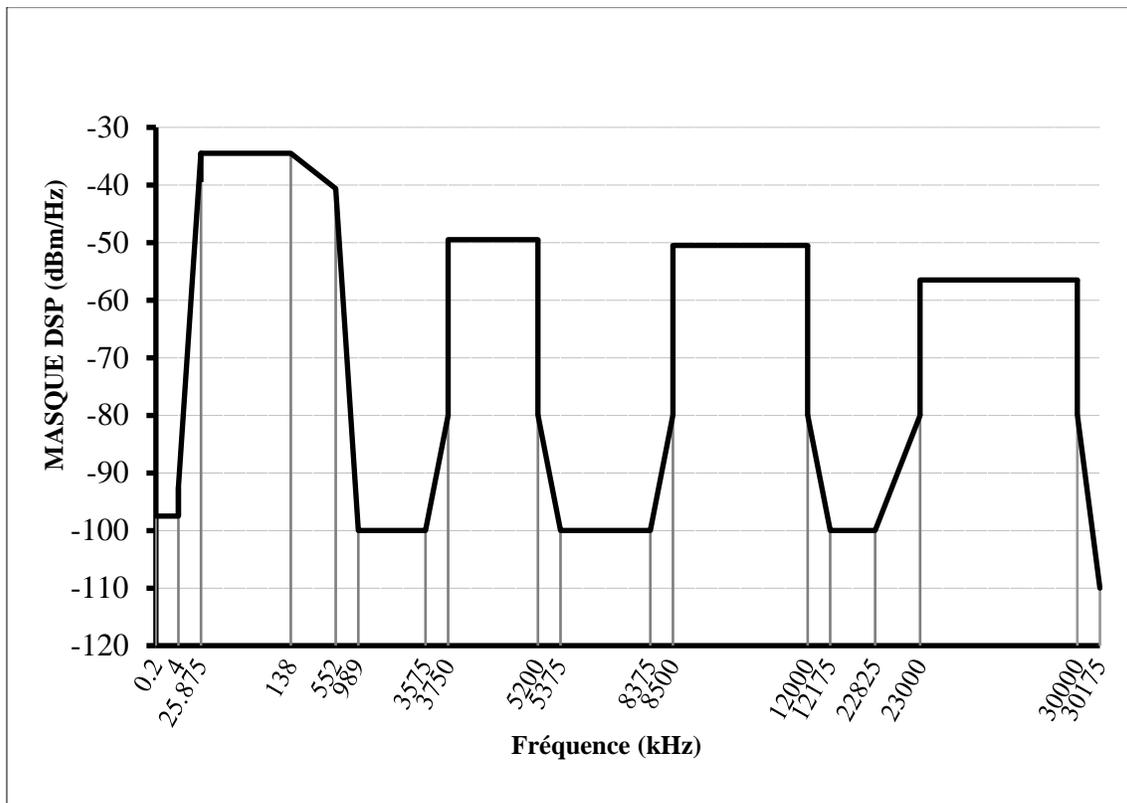


Figure 3.2.1.14(f) : Masque DSP d'émission VDSL2 EU-128 (profil 30a) vers l'amont sur le STAT



3.2.1.15 Densité de puissance spectrale à l'interface U-C pour les systèmes VDSL2 en mode numérique intégral

La densité spectrale de puissance (DSP) du signal émis sur le canal VDSL2 vers l'amont (sortie UERV-D) ne doit pas dépasser le masque de DSP représenté aux figures 3.2.1.15(a) à (f) pour une utilisation à tous les débits que l'ÉT peut atteindre. L'ÉT doit au moins subir des essais au débit maximal auquel il est capable de fonctionner. Les tableaux 3.2.1.15(a) et (b) indiquent les valeurs numériques du masque représenté aux figures 3.2.1.15(a) à (f).

Tableau 3.2.1.15(a) : Définition du masque DSP pour UERV-D (émission VDSL2 vers l'amont en mode numérique intégral)

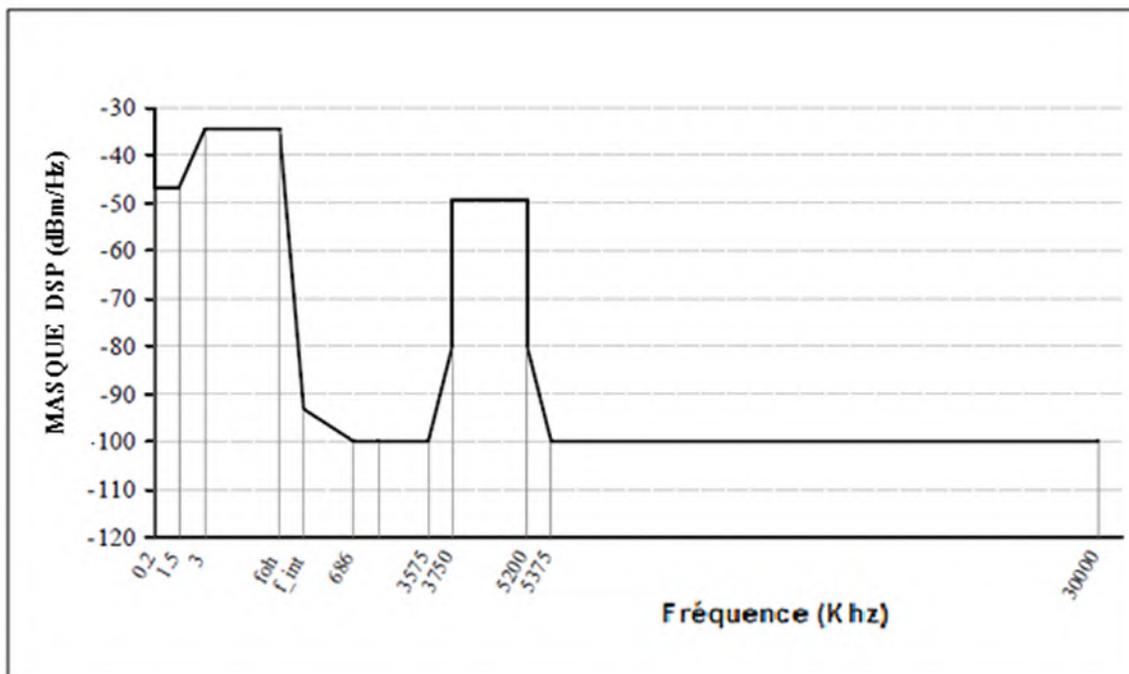
Fréquence (kHz)	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 8a, 8b, 8c, 8d aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 12a, 12b, 17a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 30a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	LBR
0,2	-46,5	-46,5	-46,5	100 Hz
1,5	-46,5	-46,5	-46,5	100 Hz
3	DSP1	DSP1	DSP1	100 Hz
f_{oH}	DSP1	DSP1	DSP1	10 kHz
f_{int}	DSP _{int}	DSP _{int}	DSP _{int}	10 kHz
686	-100	-100	-100	10 kHz
3 575	-100	-100	-100	10 kHz
3 750	-80	-80	-80	10 kHz
3 750	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-80	-80	-80	10 kHz
5 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 500	-100	-80	-80	10 kHz
8 500	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-80	-80	10 kHz
12 175	-100	-100	-100	10 kHz
22 825	-100	-100	-100	10 kHz
23 000	-100	-100	-80	10 kHz
23 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-	-	-80	10 kHz

30 175	-	-	-110	10 kHz
--------	---	---	------	--------

Tableau 3.2.1.15(b) : DSP1 de crête intrabande, DSP d'interception et fréquences f_{OH} et f_{int} pour UERV-D (émission VDSL2 vers l'amont en mode numérique intégral)

Numéro de masque vers l'amont	Désignateur	DSP1 de crête intrabande (dBm/Hz)	Fréquence f_{OH} (kHz)	Fréquence d'interception f_{int} (kHz)	Niveau du DSP d'interception DSPint (dBm/Hz)
1	ADLU - 32	-34,5	138	242,92	-93,2
2	ADLU - 36	-35	155,25	274	-94
3	ADLU - 40	-35,5	172,5	305,16	-94,7
4	ADLU - 44	-35,9	189,75	336,4	-95,4
5	ADLU - 48	-36,3	207	367,69	-95,9
6	ADLU - 52	-36,6	224,25	399,04	-96,5
7	ADLU - 56	-36,9	241,5	430,45	-97
8	ADLU - 60	-37,2	258,75	461,9	-97,4
9	ADLU - 64	-37,5	276	493,41	-97,9

Figure 3.2.1.15(a) : Masque DSP d'émission VDSL2 (profils 8a, 8b, 8c et 8d) vers l'amont en mode numérique intégral



Note : EU-32 à EU-64 ne doivent pas être utilisés conjointement avec EU-128.

Figure 3.2.1.15(b) : Masque DSP d'émission VDSL2 (profils 12a, 12b et 17a) vers l'amont en mode numérique intégral

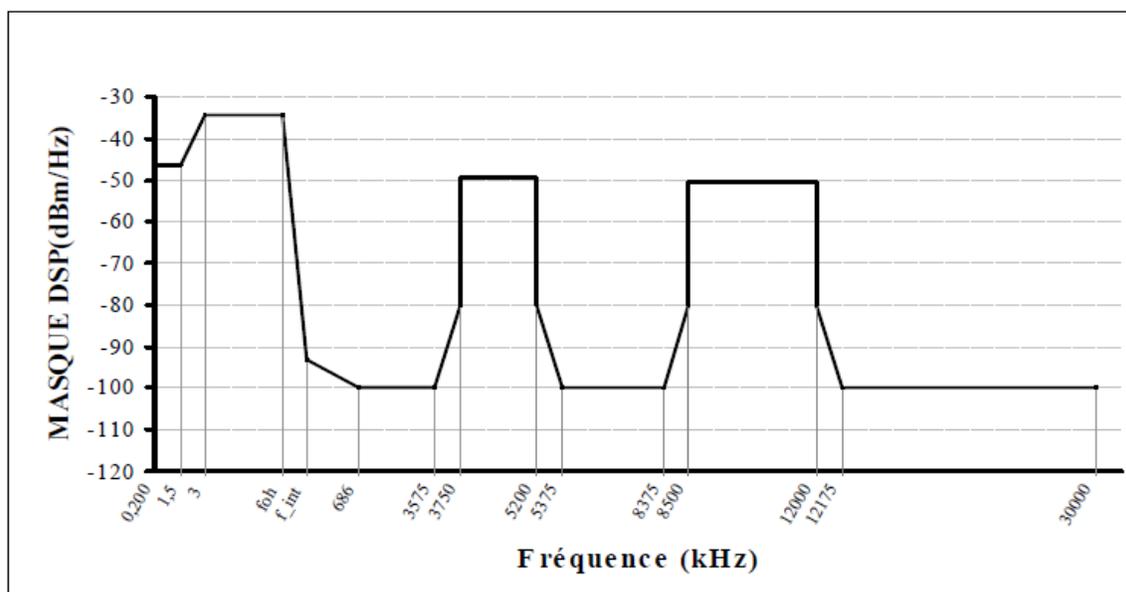


Figure 3.2.1.15(c) : Masque DSP d'émission VDSL2 (profil 30a) vers l'amont en mode numérique intégral

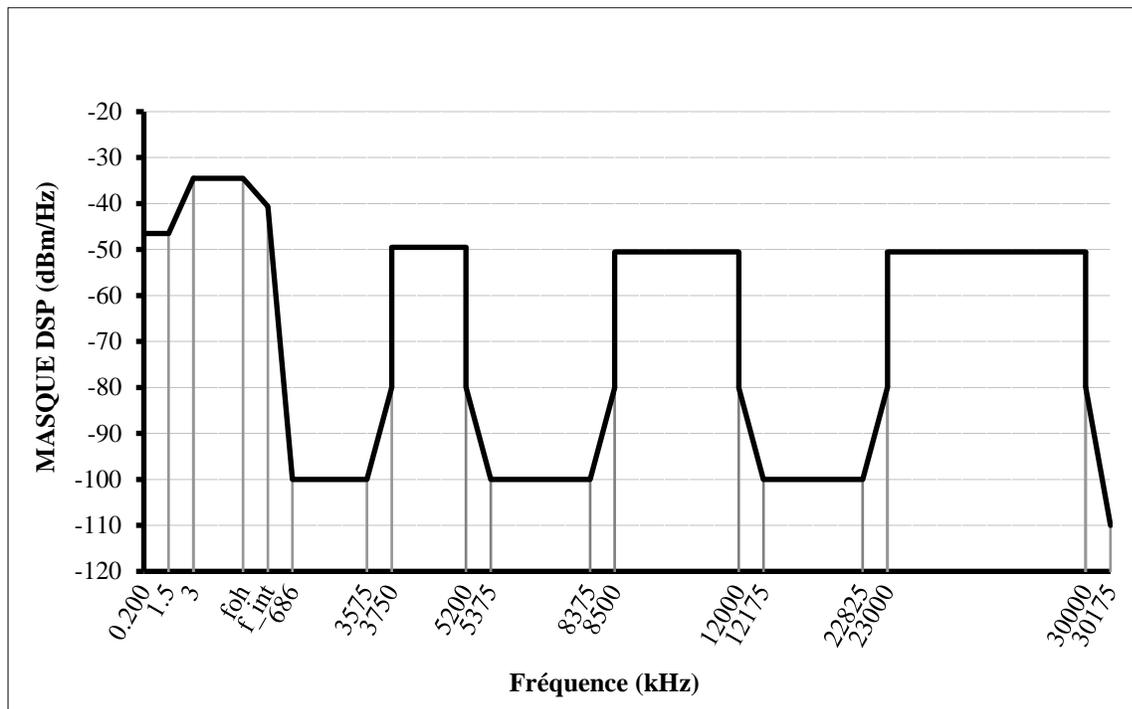


Tableau 3.2.1.15(c) : Limites de masque d'émission VDSL2 ADLU-128 (profils 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b, 17a et 30a) vers l'amont en mode numérique intégral

Fréquence (kHz)	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 8a, 8b, 8c, 8d aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour les profils 12a, 12b, 17a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	Niveau de DSP (dBm/Hz) pour le profil 30a aux bornes d'une résistance de 100 Ω	LBR
0,2	-46,5	-46,5	-46,5	100 Hz
1,5	-46,5	-46,5	-46,5	100 Hz
3	-34,5	-34,5	-34,5	100 Hz
138	-34,5	-34,5	-34,5	10 kHz
552	-40,6	-40,6	-40,6	10 kHz
989	-100	-100	-100	10 kHz
3 575	-100	-100	-100	10 kHz
3 750	-80	-80	-80	10 kHz
3 750	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-49,5	-49,5	-49,5	10 kHz
5 200	-80	-80	-80	10 kHz
5 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 375	-100	-100	-100	10 kHz
8 500	-100	-80	-80	10 kHz
8 500	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-50,5	-50,5	10 kHz
12 000	-100	-80	-80	10 kHz
12 175	-100	-100	-100	10 kHz
22 825	-100	-100	-100	10 kHz
23 000	-100	-100	-80	10 kHz
23 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-100	-100	-56,5	10 kHz
30 000	-	-	-80	10 kHz
30 175	-	-	-110	10 kHz

Figure 3.2.15(d) : Masque DSP d'émission VDSL2 ADLU-128 (profils 8a, 8b, 8c et 8d) vers l'amont en mode numérique intégral

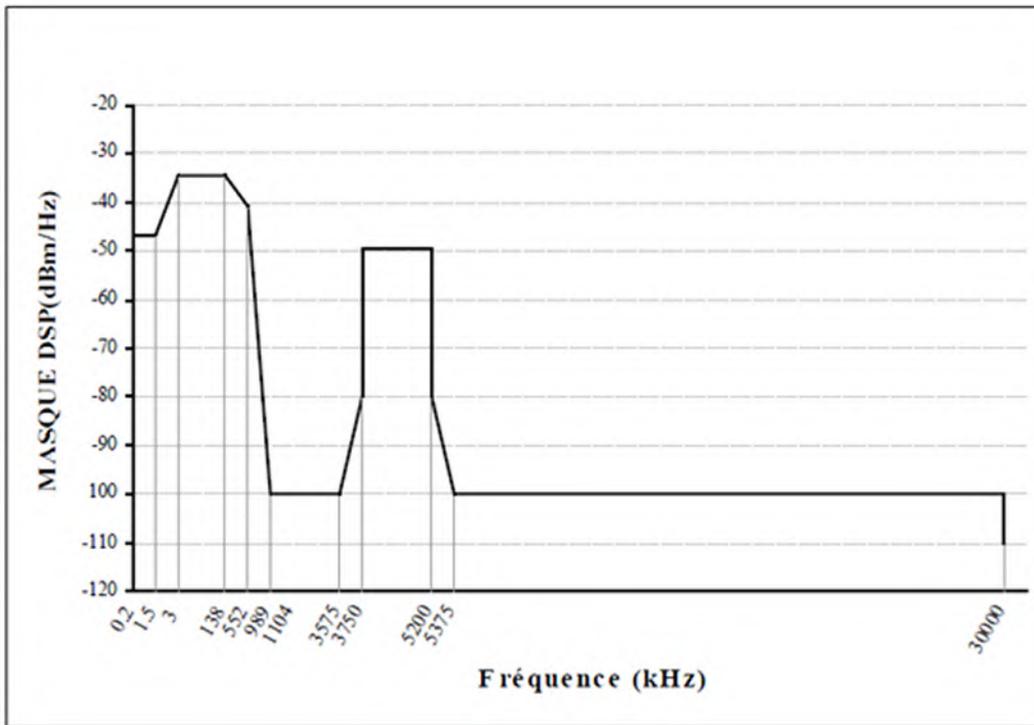


Figure 3.2.15(e) : Masque DSP d'émission VDSL2 ADLU-128 (profils 12a, 12b et 17a) vers l'amont en mode numérique intégral

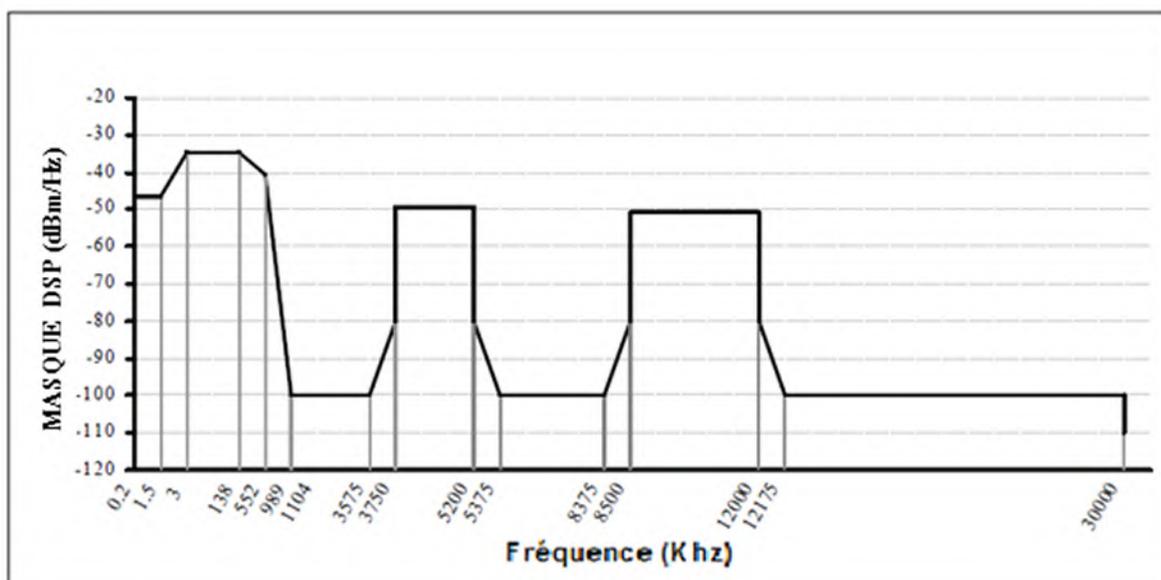
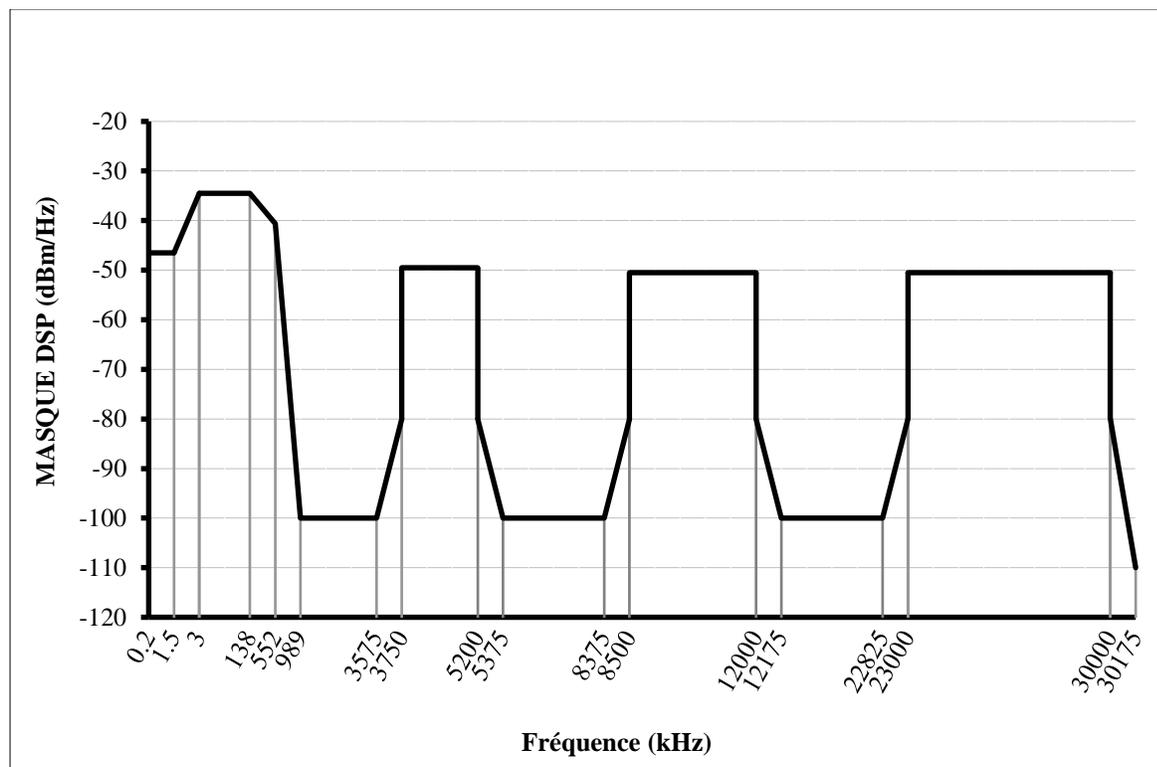


Figure 3.2.1.15(f) : Masque DSP d'émission VDSL2 ADLU-128 (profil 30a) vers l'amont en mode numérique intégral



3.2.1.16 Exigences de densité spectrale de puissance à l'interface FAST

La DSP transmise pour FAST ne doit pas dépasser le masque DSP en amont spécifié dans l'UIT-T G.9700 (07/2019), défini pour les profils 106a, 106b et 212a.

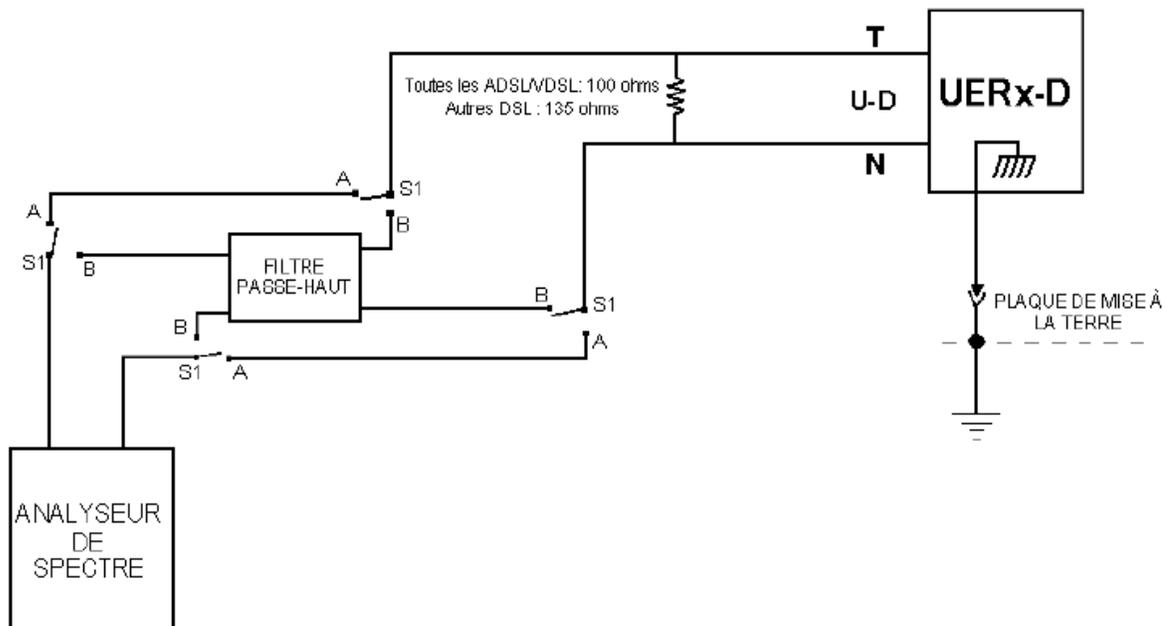
La méthode de mesure pour les exigences de la DSP indiquées dans l'UIT-T G.9700 (07/2019) est spécifiée sous la clause 9.42 du document TSB-31-D-4 ou dans le BBF TP-337 clause 6.2.1.

3.2.2 Méthode de mesure pour toutes les interfaces xDSL excepté FAST

1. Connecter l'équipement xDSL conformément à la figure 3.2.2.
2. Faire fonctionner l'équipement xDSL (l'UERx-D non raccordée à l'UERx-C) de façon à ce qu'il émette à la puissance maximale.
3. Régler S1 à la position « A » (commutateur à quatre pôles).

4. Régler l'analyseur de spectre pour qu'il puisse capter la composante supérieure de la bande vers l'amont, avec une largeur de bande de résolution recommandée de 10 kHz et une largeur de bande vidéo de 100 Hz.
5. Vérifier la conformité du signal de l'ÉT au masque spectral approprié en utilisant une impédance de 100 Ω pour l'équipement ADSL, VDSL et VDSL2, et de 135 Ω pour l'équipement HDSL2, HDSL4, READSL et SHDSL.
6. Régler S1 à la position « B » (commutateur à quatre pôles).
7. Régler le filtre passe-haut pour une fréquence de coupure appropriée qui atténue le signal passe-bande (bande d'exploitation).
8. Vérifier la conformité du signal de l'ÉT au masque spectral approprié dans les zones des rayonnements hors-bande supérieures et inférieures en utilisant une impédance de 100 Ω pour l'équipement ADSL, VDSL et VDSL2, et de 135 Ω pour l'équipement HDSL2, HDSL4, READSL et SHDSL.

Figure 3.2.2 : Densité spectrale de puissance de l'équipement xDSL (bande UERx-D = signal émis vers l'amont pour toutes les technologies DSL)



Note : Quand l'ÉT comporte un dispositif extérieur de mise à la terre (G), il doit être mis à la terre. Quand l'ÉT ne comporte pas de prise extérieure de mise à la terre, il doit être placé sur une plaque, mise à la terre, dont les dimensions sont au moins de 50 % supérieures aux dimensions correspondantes de l'ÉT. L'ÉT doit être placé au centre de la

plaque sans mise à la terre additionnelle. En aucun temps, la surface métallique de l'ÉT ne devrait entrer en contact avec le plan de masse. Si du métal visible sur l'ÉT peut entrer en contact avec le plan de masse métallique, un matériau isolant mince doit être inséré entre le plan de masse et l'ÉT.

Le diagramme d'essai ci-dessus est donné à titre d'exemple. Si l'analyseur de spectre comporte une entrée asymétrique, il faut utiliser un amplificateur différentiel ou un symétriseur. Il peut également être nécessaire d'utiliser un filtrage passe-haut supplémentaire pour accroître la sensibilité de mesure lors de mesures de DSP de faible intensité.

3.3 Puissance totale des signaux

3.3.1 Exigences

3.3.1.1 Puissance totale des signaux ADSL, ADSL2, ADSL2+ et READSL2 aux points d'interface U-D

La puissance totale des signaux vers l'amont ne doit pas dépasser les limites de 13 dBm lorsque l'impédance de terminaison est de 100 Ω .

3.3.1.2 Puissance totale des signaux READSL 2B1Q

L'ÉT doit être mis à l'essai à un débit égal ou supérieur au débit maximal de chaque classe de gestion du spectre dans laquelle il peut fonctionner.

L'ÉT doit respecter la limite de puissance applicable à chaque débit auquel il peut fonctionner.

À l'exclusion de l'alimentation à distance, la puissance moyenne d'un signal composé de symboles équiprobables à toutes les positions ne doit pas dépasser 14 dBm dans la bande de fréquences comprises entre 0 Hz et la fréquence des symboles (égale à une demie du débit de ligne), avec une impédance de terminaison de 135 Ω .

3.3.1.3 Puissance totale des signaux HDSL2

La puissance d'émission moyenne totale peut être mesurée avec une alimentation par liaison ou une alimentation locale, selon les exigences de l'application prévue de l'ÉT. Dans le cas des applications alimentées par liaison, si l'ÉT à l'essai est une UERH2-D, l'alimentation (tension c.c.) doit être appliquée à l'interface de ligne d'abonné (tête/nuque) et fournie par une source externe par l'intermédiaire d'une impédance de blocage de c.a. Le circuit d'essai doit permettre une alimentation c.c. et, le cas échéant, l'isolement des appareils de mesure par un transformateur. La source/puits de courant continu doit avoir une impédance élevée (aux fréquences de signaux) par rapport à la masse.

La puissance d'émission moyenne totale de l'UERH2-D (avec une impédance de terminaison de 135 Ω) au-dessous de 350 kHz ne doit pas dépasser 17,0 dBm.

3.3.1.4 Puissance totale des signaux SHDSL (symétriques) et SHDSL étendu (ESHDSL)

La puissance moyenne totale des signaux au-dessous de f_{sym} émis par l'UER-D SHDSL ne doit pas dépasser 14 dBm, avec une impédance de terminaison de 135 Ω .

3.3.1.5 Puissance totale des signaux HDSL4 à l'interface U-D

La puissance totale des signaux émis par l'UER-D HDSL4 au-dessous de 307 kHz ne doit pas dépasser 14,6 dBm, avec une impédance de terminaison de 135 Ω .

3.3.1.6 Puissance totale des signaux VDSL [QAM/DMT] et VDSL2 aux points d'interface U-D

La puissance totale des signaux vers l'amont ne doit pas dépasser 14,5 dBm, à n'importe quel débit que l'ÉT peut atteindre, lorsque l'impédance de terminaison est de 100 Ω . L'ÉT doit subir des essais au moins au débit maximal auquel l'ÉT est capable de fonctionner.

3.3.1.7 Puissance totale des signaux FAST

La puissance totale du signal en amont transmise par le FAST ne doit pas dépasser les exigences de l'UIT-T G.9700 (07/2019).. Seul les profils 106a, 106b et 212a sont permis.

Les méthodes de mesure de la puissance de signal totale transmise par les exigences FAST indiquées dans l'UIT-T G.9700 (07/2019) sont précisées dans la clause 9.41 du document TSB-31-D-4 ou dans le BBF TP-337 clause 6.2.1.

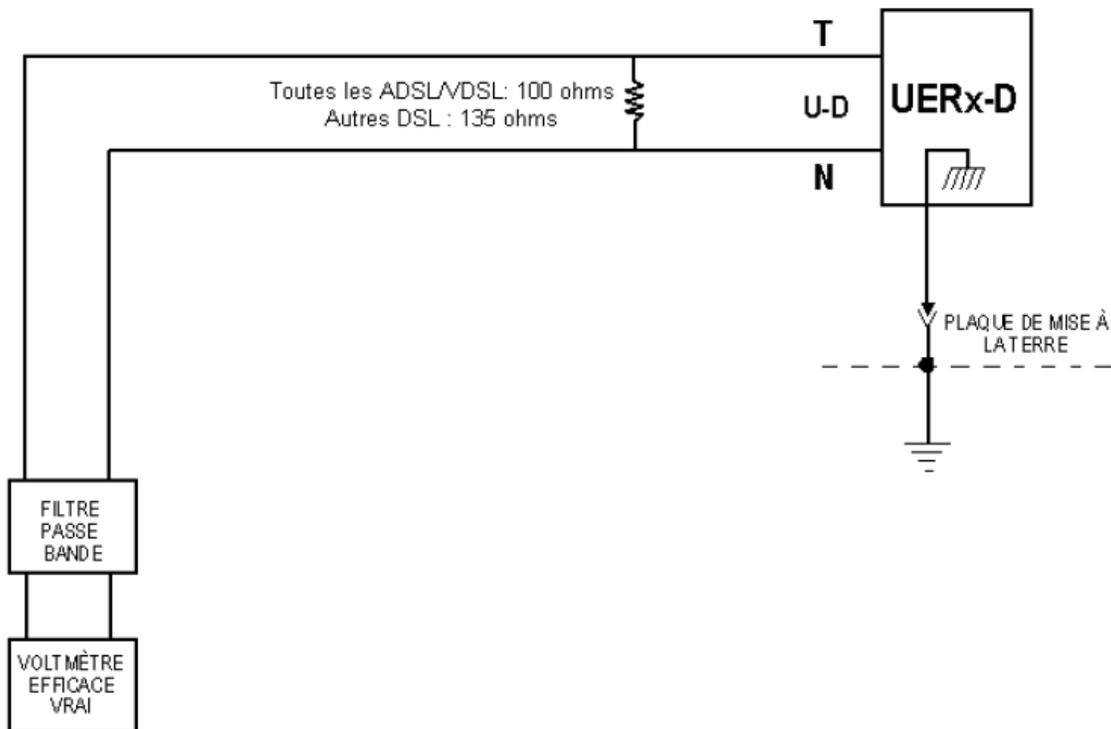
3.3.2 Puissance totale des signaux — Méthode de mesure pour toutes les technologies DSL excepté FAST

La puissance d'émission moyenne totale peut être mesurée avec une alimentation par liaison ou une alimentation locale, selon les exigences de l'application prévue de l'ÉT. Dans le cas des applications alimentées par liaison, si l'ÉT à l'essai est une UERH2-D, l'alimentation (tension c.c.) doit être appliquée à l'interface de ligne d'abonné (tête/nuque) et fournie par une source externe par l'intermédiaire d'une impédance de blocage de c.a. La source/puits de courant continu doit avoir une impédance élevée (aux fréquences de signaux) par rapport à la masse.

1. Connecter l'équipement xDSL conformément à la figure 3.2.2.

2. Régler l'analyseur de spectre pour qu'il puisse capter la bande vers l'amont, avec une largeur de bande de résolution recommandée de 1 kHz et une largeur de bande vidéo de 100 Hz.
3. Mesurer et consigner les points de décroissance nominaux de 3 dB.
4. Connecter l'équipement xDSL conformément à la figure 3.3.2.
5. Faire fonctionner l'équipement xDSL (UERx-C non raccordée à l'UERx-D) de façon à ce qu'il émette à la puissance maximale.
6. Utiliser le filtre passe-bande approprié pour l'UERx-D (points 3 dB inférieur et supérieur vers l'amont). Mesurer et consigner la puissance totale des signaux, en dBm, avec une impédance de terminaison de 100 Ω pour l'équipement ADSL, VDSL et VDSL2, et de 135 Ω pour tous les autres types d'équipement DSL.

Figure 3.3.2 : Puissance totale des signaux xDSL (bande UERx-D = signal vers l'amont pour toutes les technologies DSL)



Filtre Passe-bande = Bande UERx-D

Pente d'atténuation = 24 dB/Octave

Perte d'insertion = 0 dB \pm 0,5dB

Impédance d'entrée = 100 k Ω minimum en parallèle avec 50 pF maximum

Impédance de sortie = 50 Ω

Ronflement et bruit = 100 μ Vrms maximum

Note : Quand l'ÉT comporte un dispositif extérieur de mise à la terre (G), il doit être mis à la terre. Quand l'ÉT ne comporte pas de prise extérieure de mise à la terre, il doit être placé sur une plaque, mise à la terre, dont les dimensions sont au moins de 50 % supérieures aux dimensions correspondantes de l'ÉT. L'ÉT doit être placé au centre de la plaque sans mise à la terre additionnelle. En aucun temps, la surface métallique de l'ÉT ne devrait entrer en contact avec le plan de masse. Si du métal visible sur l'ÉT peut entrer en contact avec le plan de masse métallique, un mince matériau isolant doit être inséré entre le plan de masse et l'ÉT.

Le diagramme d'essai ci-dessus est donné à titre d'exemple. Si l'analyseur de spectre comporte une entrée asymétrique, il faut utiliser un amplificateur différentiel ou un symétriseur. Il peut également être nécessaire d'utiliser un filtrage passe-haut

supplémentaire pour accroître la sensibilité de mesure lors de mesures de DSP de faible intensité.

3.4 Équilibre transversal

3.4.1 Exigences

L'équilibre transversal des UER-D doit être supérieur aux valeurs présentées au tableau 3.4.2 pour la bande téléphonique de 200 Hz à 4 000 Hz et pour toute la plage des fréquences comprises entre les points -20 dB inférieurs et supérieurs (par rapport à la DSP de crête) de la bande passante du signal, selon le masque de DSP approprié des systèmes DSL et les valeurs de Z_L , Z_M et V_M définies aux tableaux 3.4.3(a) à 3.4.3(e).

Note 1 : L'ÉT doit émettre à la puissance maximale quand les points -20 dB réels du signal émis sont utilisés pour définir la plage de fréquences.

Note 2 : Le tableau 3.4.2 spécifie les limites pour toute la plage de fréquences. À noter qu'il suffit de vérifier l'ÉT pour la plage de fréquences pertinente, qui se situe dans la plupart des cas entre 200 Hz et 4 kHz (bande téléphonique) et entre 12 kHz et 30 MHz (points -20 dB). Toute autre plage de fréquences située au-dessous ou au-dessus des points -20 dB ne s'applique pas, même si elle figure au tableau 3.4.2.

L'équilibre transversal est calculé en fonction du rapport entre la tension des signaux émis sur circuit métallique et la tension de tout signal longitudinal résultant. Il est calculé en dB selon la formule suivante :

$$\text{Équilibre transversal}_{M-L} = 20 \log_{10}[V_M(f)/V_L(f)]$$

Dans cette équation, $V_M(f)$ est la tension métallique à la fréquence f appliquée entre les conducteurs de tête et de nuque du port à l'essai au moyen d'une source symétrique ayant une impédance métallique Z_M ; et $V_L(f)$ est la tension longitudinale résultante mesurée aux bornes d'une impédance longitudinale Z_L .

Plus le rapport V_M/V_L est élevé, meilleur est l'équilibre transversal de l'émetteur-récepteur; de plus, ce dernier risque alors moins de produire du brouillage par diaphonie. Pendant l'étalonnage du montage d'essai, la tension métallique de la source devrait être égale à V_M volts quand le matériel à l'essai est remplacé par une terminaison métallique ayant une impédance de Z_M . Les tableaux 3.4.3(a) à 3.4.3(e) donnent, pour tous les différents types de DSL, les valeurs exactes de l'impédance métallique Z_M , de l'impédance longitudinale Z_L et de la tension métallique V_M .

3.4.2 Méthode de mesure

1. Raccorder l'ÉT conformément à la figure 3.4.3.
2. Régler l'analyseur de spectre/générateur suiveur de façon à balayer la plage de fréquences appropriée. Le tableau 3.4.2 précise les bandes de fréquences. L'ÉT doit émettre à la puissance maximale lorsque les points -20 dB réels du signal émis sont utilisés pour définir la plage de fréquences.
3. Régler la tension du générateur suiveur à la valeur appropriée, selon le type de DSL à l'essai, aux bornes de la résistance d'étalonnage d'essai R3, en utilisant l'interrupteur S1. Les tableaux 3.4.3(a) à 3.4.3(e) donnent les valeurs exactes.
4. Raccorder le détecteur aux bornes de la résistance R2.
5. Régler le condensateur variable différentiel de façon à soumettre la résistance R2 à la tension la plus basse possible. C'est ce qui entraîne le déséquilibre minimal de pont; cette valeur doit être supérieure d'au moins 20 dB à la valeur prescrite pour la bande de fréquences considérée. S'il est impossible d'atteindre ce niveau d'équilibre, il faut réexaminer le choix des composants et la construction du circuit d'essai.
6. Au moyen de l'interrupteur S3, inverser la polarité. Si la tension longitudinale (L_E) varie de moins de 1 dB, la précision de l'étalonnage est suffisante. Par contre, si la variation est supérieure à 1 dB, le pont doit être mieux réglé pour que l'équilibre réalisé permette de mesurer avec précision l'ÉT. Refaire l'étalonnage jusqu'à ce que l'écart entre les mesures soit inférieur à 1 dB tout en maintenant la valeur d'équilibre minimum de 20 dB spécifiée à l'étape 5 ci-dessus.
7. Remplacer la résistance d'étalonnage par l'ÉT en utilisant les interrupteurs S1 et S2.
8. Mesurer la tension entre les conducteurs de tête et de nuque de l'ÉT, qui constitue la tension métallique de référence (E_M).
9. Mesurer la tension aux bornes de la résistance R2, c'est-à-dire la tension longitudinale (L_E).
10. Calculer l'équilibre à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Équilibre M/L (dB)} = 20 \log_{10} (V_m/V_l)$$

Note 1 : Si les mesures sont exprimées en dBV, on peut simplifier l'équation comme suit :
Équilibre M/L (dB) = $V_m(\text{dBV}) - V_l(\text{dBV})$

Note 2 : L'ÉT qui n'est pas normalement relié à la terre doit être mis en position de repos normale directement sur une plaque mise à la terre dont les dimensions sont d'au moins 50 % plus grandes que l'empreinte de l'ÉT à l'essai. En ce qui concerne l'équilibre transversal, cela représente le cas le plus défavorable, c'est-à-dire le plus près de la terre où pourrait se trouver l'ÉT.

Note 3 : L'équilibre transversal peut être mesuré quand l'ÉT est alimenté à distance par la ligne ou localement. Lorsque l'ÉT est alimenté à distance, le circuit d'essai doit comprendre une source de tension c.c. La tension c.c. appropriée doit être appliquée entre les conducteurs de tête et de nuque par l'intermédiaire d'une impédance de blocage c.a. La source ou le puits de courant c.c. doit avoir une impédance élevée (aux fréquences du signal) par rapport à la terre commune. Dans le cas des applications alimentées à distance, le circuit d'essai doit permettre d'isoler le matériel de mesure de tout trajet de circuit non intentionnel par la mise à la terre commune des circuits des instruments de mesure et d'alimentation de l'ÉT.

Tableau 3.4.2 : Exigences minimales — équilibre transversal

Bande de fréquences (kHz)	Équilibre transversal minimum
200 Hz <math> <f \leq 12 \text{ kHz}</math>	40 dB
12 kHz <math> <f \leq 1\,544 \text{ kHz}</math>	35 dB
1 544 kHz <math> <f \leq 12 \text{ MHz}</math>	30 dB
12 MHz <math> <f \leq 30 \text{ MHz}</math>	25 dB

Note : Toute plage de fréquences entre la bande téléphonique (de 200 Hz à 4 kHz) et le point -20 dB inférieur et toute plage de fréquences au-dessus du point -20 dB supérieur ne s'appliquent pas, même si elles apparaissent au tableau 3.4.2.

3.4.3 Critères d'essai — équilibre transversal

Tableau 3.4.3(a) : Plage de fréquences applicable aux exigences d'équilibre transversal pour le matériel ADSL sur le STAT

Interface	Plage de fréquences (kHz)	Terminaison longitudinale (Z_L) (Ω)	Terminaison métallique (Z_M) (Ω)	Tension métallique (V_M) (V)

ADSL	13,6 à 1 625	90	100	0,316
ADSL2	13,6 à 1 625	90	100	0,316
READSL	13,6 à 1 625	90	100	0,316
ADSL2+	13,6 à 2 425	90	100	0,316

Tableau 3.4.3(b) : Plage de fréquences applicable aux exigences d'équilibre transversal pour le matériel ADSL en mode numérique intégral

Interface	Plage de fréquences (kHz)	Terminaison longitudinale (Z_L) (Ω)	Terminaison métallique (Z_M) (Ω)	Tension métallique (V_M) (V)
ADSL2	0,2 à 2 425	90 ou 500	100	0,316
ADSL2+	0,2 à 2 425	90 ou 500	100	0,316

Tableau 3.4.3(c) : Plage de fréquences applicable aux exigences d'équilibre transversal pour le matériel SHDSL, ESHDSL, HDSL2 et HDSL4

Interface	Plage de fréquences (kHz)	Terminaison longitudinale (Z_L) (Ω)	Terminaison métallique (Z_M) (Ω)	Tension métallique (V_M) (V)
SHDSL	0,2 à 490	90 ou 500	135	0,367
ESHDSL	0,2 à 761	90 ou 500	135	0,367
HDSL2	0,2 à 422	90 ou 500	135	0,367
HDSL4	0,2 à 494	90 ou 500	135	0,367

Tableau 3.4.3(d) : Plage de fréquences applicable aux exigences d'équilibre transversal pour le matériel 2B1Q SDSL

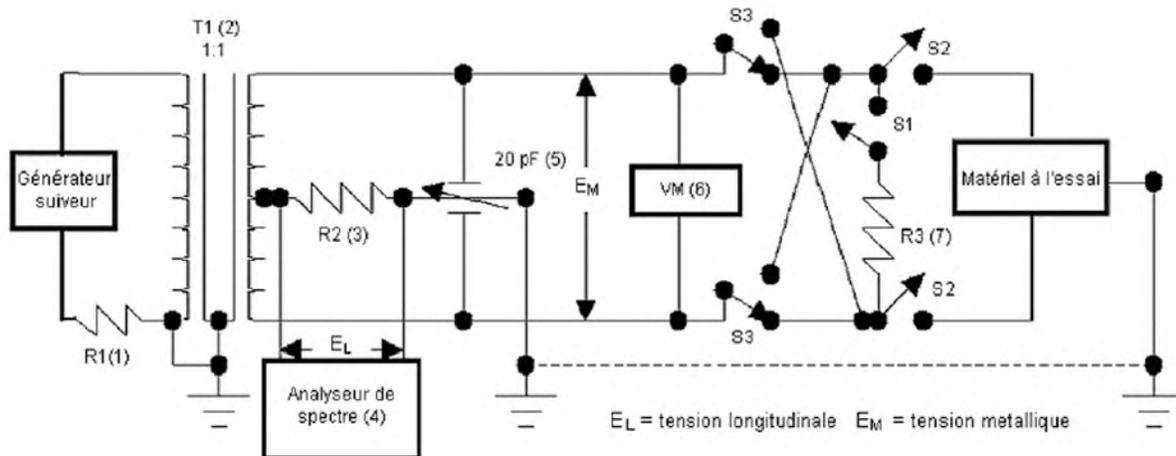
Interface	Plage de fréquences (kHz)	Terminaison longitudinale (Z_L) (Ω)	Terminaison métallique (Z_M) (Ω)	Tension métallique (V_M) (V)
2B1Q SDSL	0,2 à 575	90 ou 500	135	0,367

Tableau 3.4.3(e) : Plage de fréquences applicable aux exigences d'équilibre transversal pour VDSL et VDSL2

Interface	Plage de fréquences (kHz)	Terminaison longitudinale (Z_L) (Ω)	Terminaison métallique (Z_M) (Ω)	Tension métallique (V_M) (V)
VDSL sur le STAT	13,6 à 12 000	90	100	0,316
VDSL2 sur le STAT (profils 8a, 8b, 8c, et 8d)	13,6 à 8 500	90	100	0,316
VDSL2 sur le STAT (profils 12a et 12b)	13,6 à 12 000	90	100	0,316
VDSL2 sur le STAT (profil 17a)	13,6 à 20 500	90	100	0,316
VDSL2 sur le STAT (profil 30a)	13,6 à 30 000	90	100	0,316
VDSL2 mode numérique intégral (profils 8a, 8b, 8c, et 8d)	0,2 à 8 500	90/500	100	0,316
VDSL2 mode numérique intégral (profils 12a et 12b)	0,2 à 12 000	90/500	100	0,316
VDSL2 mode numérique intégral (profil 17a)	0,2 à 20 500	90/500	100	0,316
VDSL2 mode numérique intégral (profil 30a)	0,2 à 30 000	90/500	100	0,316

Note : L'impédance longitudinale (Z_L) doit être de 500 Ω pour les fréquences de 200 Hz à 12 kHz, et de 90 Ω pour les fréquences supérieures à 12 kHz.

Figure 3.4.3 : Exemple de configuration d'essai d'équilibre transversal



Note :

1. La résistance combinée de R1 et de la résistance de sortie du générateur suiveur doit être égale à l'impédance de l'ÉT (100 ou 135 Ω).
2. Utiliser un transformateur à prise médiane 1:1 (p. ex. transformateur Midcom 671-5767 ou appareil équivalent).
3. R2 fournit l'impédance longitudinale souhaitée au moyen d'un film métallisé ou d'une autre résistance non-inductive de 90 ou de 500 Ω.
4. Voltmètre accordable ou analyseur de spectre à haute impédance. Il peut être asymétrique.
5. Condensateur variable différentiel, de 2,4 à 24,5 pF, Johnson 189-0759-005 ou appareil équivalent.
6. Tout voltmètre flottant ou équilibré à haute impédance ayant une réponse en fréquence appropriée. Ce peut être un voltmètre non sélectif.
7. R3 fournit l'impédance d'étalonnage désirée au moyen d'un film métallisé ou d'une autre résistance non inductive de 100 ou de 135 Ω.

3.5 Tension de sortie longitudinale

La conformité aux limites de chaque type de DSL est exigée avec une terminaison longitudinale ayant une impédance égale ou supérieure à celle d'une résistance de 100 Ω montée en série avec un condensateur de 0,15 µF. La tension de sortie longitudinale dans toute bande de fréquences de 4 kHz (valeur moyenne calculée sur une période de 1 seconde) ne doit pas dépasser les limites prescrites aux tableaux 3.5(a) et 3.5(c) pour la gamme de fréquences indiquée, comprise entre les fréquences aux points -30 dB inférieurs et supérieurs (par rapport à la DSP de crête) de la bande passante du signal, définie selon le masque du type de DSL approprié. Utiliser les

points -30 dB inférieurs, supérieurs et 4x supérieurs pour chaque type de DSL. On peut également utiliser les points -30 dB réels du signal émis pour définir la gamme de fréquences. L'essai au moyen d'une source ayant une impédance métallique Z_M est décrit aux tableaux 3.4.3(a) à 3.4.3(e).

Note : L'ÉT doit émettre à la puissance maximale quand les points -30 dB réels du signal émis sont utilisés pour définir la plage de fréquences.

3.5.1 Méthode de mesure

1. Raccorder l'ÉT conformément à la figure 3.5.
2. Régler l'analyseur de spectre pour qu'il balaie la gamme de fréquences appropriée de la bande de fonctionnement du système DSL à l'essai. L'ÉT doit émettre à la puissance maximale lorsque les points -30 dB réels du signal émis sont utilisés pour définir la plage de fréquences.
3. Mesurer et consigner les tensions longitudinales efficaces vraies dans toutes les bandes de fréquences de 4 kHz (valeur moyenne calculée sur une période de 1 seconde). Il est également possible d'utiliser une largeur de bande de résolution de 3 kHz, sous réserve de réduire les valeurs limites de 1,3 dB (à -51,3 dBV ou à -81,3 dBV) ou d'ajouter 1,3 dB aux mesures aux fins de correction.
4. Comparer les valeurs obtenues à l'étape 3 avec les valeurs limites des tableaux 3.5(a) et 3.5(c).
5. Régler l'analyseur de spectre pour qu'il balaie la gamme de fréquences appropriée de la zone de rayonnement hors bande du système DSL à l'essai. Les tableaux 3.5(a) et 3.5(c) donnent les bandes de fréquences appropriées; on peut également utiliser les points -30 dB réels du signal émis pour régler la bande de fréquences. L'ÉT doit émettre à la puissance maximale lorsque les points -30 dB réels du signal émis sont utilisés pour définir la plage de fréquences.

Tableau 3.5(a) : Tension de sortie longitudinale maximale du matériel terminal VDSL2

Bande de fréquences (kHz) (Notes 1 et 2)	Tension de sortie longitudinale maximale (eff.) dans toutes les bandes de 4 kHz (moyenne sur une période minimale de 1 seconde) ^(Note 3)			
	Profils 8a, 8b, 8c, et 8d	Profils 12a et 12b	Profil 17a	Profil 30a
f_a (note 1) à f_b (note 2)	-50	-50	-50	-50
f_b (note 2) à 3 750	-80	-80	-80	-80
3 750 à 5 200	-50	-50	-50	-50
5 200 à 8 500	-80	-80	-80	-80
8 500 à 12 000		-50	-50	-50

12 000 à 21 000		-80	-80	-80
21 000 à 23 000			-80	-80
23 000 à 30 000			-80	-50

Note 1 : La fréquence f_a est de 0,1 kHz pour les modes numériques intégraux et de 12 kHz pour les modes d'exploitation destinés à fonctionner sur la même ligne qu'un service en bande téléphonique tel que le STAT.

Note 2 : La fréquence f_b est la fréquence à laquelle le masque DSP est d'environ 30 dB sous la valeur de masque de crête. Les valeurs f_b pour divers masques DSP d'émission amont pour VDSL2 sont présentées au tableau 3.5(b).

Note 3 : Si une largeur de bande de mesure de 3 kHz est utilisée au lieu de la largeur de bande de 4 kHz sur laquelle les exigences sont fondées, un facteur de correction de 1,3 dB pour la plus petite largeur de bande est appliqué aux limites de tension longitudinale maximale de sortie, ce qui ramène les limites de -50 dBV à -51,3 dBV et les limites de -80 dBV à -81,3 dBV respectivement.

Tableau 3.5(b) : Valeurs de f_b pour divers masques DSP VDSL2 amont

Désignateur de mode STAT	Désignateur de mode numérique intégral	f_b (kHz)
EU-32	ADLU - 32	184
EU-36	ADLU - 36	207
EU-40	ADLU - 40	230
EU-44	ADLU - 44	253
EU-48	ADLU - 48	276
EU-52	ADLU - 52	299
EU-56	ADLU - 56	322
EU-60	ADLU - 60	345
EU-64	ADLU - 64	368
EU-128	ADLU-128	741

Tableau 3.5(c) : Tension de sortie longitudinale (TSL) maximale pour les technologies autres que VDSL2

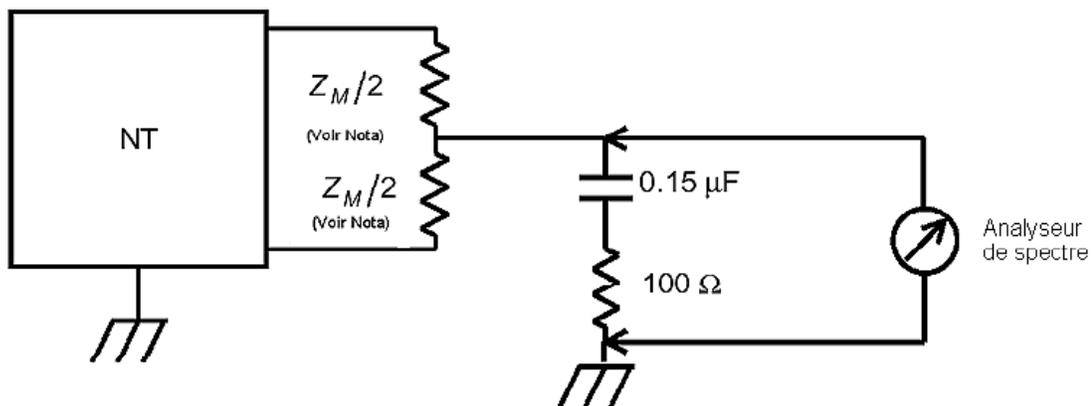
Interface	Plage de fréquences applicable	TSL maximale (eff.) (valeur moyenne sur 1 s dans toutes les bandes de fréquences de 4 kHz)	TSL maximale (eff.) (valeur moyenne sur 1 s dans toutes les bandes de fréquences de 3 kHz) (Note 4)
ADSL, ADSL2, ADSL2+, RADSL2 sur le STAT (Notes 1 et 2)	$10 < f < f_b$	-50	-51,3
	$f_b < f < 4f_b$	-80	-81,3
ADSL, ADSL2, ADSL2+ mode numérique intégral (Notes 2 et 3)	$0,1 < f < f_b$	-50	-51,3
	$f_b < f < 4f_b$	-80	-81,3
SDSL, SHDSL, ESHDSL	Bande de fonctionnement de la fréquence au point -30 dB supérieur (p/r à la DSP de crête) à la fréquence à 4 x la fréquence au point -30 dB supérieur	-50	-51,3
		-80	-81,3
HDSL2, HDSL4	Bande de fonctionnement de la fréquence au point -30 dB supérieur (p/r à la DSP de crête) à la fréquence à 4 x la fréquence au point -30 dB supérieur	-5	-51,3
		-80	-81,3

- Note 1 :** La première bande de fréquences est la bande de fonctionnement limitée par le point de fréquence f_b , fréquence à laquelle la DSP est d'environ 30 dB sous la valeur de masque de crête. Pour les modems ADSL qui ne permettent pas le fonctionnement avec canal amont étendu, cette fréquence est de 211 kHz, de sorte que la fréquence maximale à laquelle la tension longitudinale de sortie est mesurée dans la bande supérieure est de 844 kHz.
- Note 2 :** Les points de 30 dB mesurés peuvent également être utilisés pour définir les points de fréquence inférieurs et supérieurs de la bande de fonctionnement.
- Note 3 :** La première bande de fréquences est la bande de fonctionnement limitée par le point de fréquence f_b , fréquence à laquelle la DSP est d'environ 30 dB sous la valeur de masque de crête. Le tableau 3.5(d) présente les valeurs des fréquences f_b .
- Note 4 :** Cette option comprend un facteur de correction de -1,3 dB associé à l'utilisation d'une largeur de bande de 3 kHz au lieu de la largeur de bande idéale de 4 kHz.

Tableau 3.5(d) : Valeurs de f_b pour divers masques DSP avec canal amont étendu en mode numérique intégral

Numéro de masque amont	Désignateur de mode numérique intégral	f_b (kHz)	f_b (kHz) (avec 48 dB/octave entre f_1 et f_2)
1	ADLU - 32	184	213
2	ADLU - 36	207	239
3	ADLU - 40	230	266
4	ADLU - 44	253	293
5	ADLU - 48	276	319
6	ADLU - 52	299	346
7	ADLU - 56	322	372
8	ADLU - 60	345	399
9	ADLU - 64	368	426

Figure 3.5 : Méthode de mesure de la tension longitudinale



Note 1 : La tolérance des résistances doit être supérieure à 0,1 %.

Note 2 : NT signifie terminaison de réseau.

3.6 Tension d'alimentation

L'équipement CPE utilisé pour alimenter l'unité de point de distribution (UPD) pour alimenter l'équipement à distance doit répondre aux exigences suivantes:

Paramètre	Classe SR1	Classe SR2	Classe SR3
Maximum continue* de tension continue	60V	60V	60V
Puissance maximale de sortie	10W	15W	21W
Maximum continue* de courant continue de ligne	179 mA	269 mA	377 mA

SR = Short Range (courte portée)

* Dans ce contexte, continue est la valeur moyenne enregistrée dans une période de mesure d'une durée > 2 s.

La classe SR du CPE doit être indiquée par le fabricant dans la documentation du produit, et doit être notée dans le rapport d'essai et sur l'étiquette du produit. Voici des exemples d'étiquetage acceptable (ou le x est un 1, 2 ou 3, et peut inclure plusieurs classes si plusieurs classes sont prises en charge).

- Classe de puissance - SRx
- RFP - SRx

3.7 Masque de la DSP de transmission, les fonctionnalités d'exploitation et de maintenance

L'ÉT FAST doit prendre en charge les clauses 7.3.1, 11.2.2.13 - 11.2.2.15 et 11.4.1.2 du G.9701. La conformité à l'exigence peut être démontrée par une déclaration de conformité du fabricant indiquant que la fonctionnalité de ces clauses est prise en charge.

De plus amples informations sur le déploiement de systèmes FAST utilisant l'un des deux modes sont disponibles dans l'annexe A.2 du présent document.

Annexe A — Lignes directrices pour le déploiement

Pour garantir la compatibilité spectrale avec les autres technologies xDSL mises en œuvre dans les installations de lignes d'abonné (c.-à-d. pour ne pas endommager des installations de tiers), les systèmes ADSL, ADSL2, ADSL2+, HDSL2, READSL, SHDSL, HDSL4, VDSL et VDSL2 ne doivent pas être déployés sur des lignes d'abonnés plus longues que la distance utile équivalente (DUE) définie ci-dessous :

Tableau A1(a) : Lignes directrices pour le déploiement

xDSL	DUE maximale
ADSL	Toutes les lignes d'abonné non chargées
ADSL2, ADSL2+	Voir le tableau A1(b)
HDSL2	3 200 m (10 500 pi)
2B1Q SDSL	Voir le tableau A1(c)
SHDSL	Voir le tableau A1(d)
HDSL4	Toutes les lignes d'abonné non chargées
VDSL	Toutes les lignes d'abonné non chargées
VDSL2	Toutes les lignes d'abonné non chargées

La distance utile équivalente (DUE) est définie comme suit :

$$DUE = L_{26} + 0,75 (L_{24}) + 0,60 (L_{22}) + 0,40 (L_{19})$$

Dans cette équation :

L_{26} est la longueur de câble de calibre 26 AWG

L_{24} est la longueur de câble de calibre 24 AWG

L_{22} est la longueur de câble de calibre 22 AWG

L_{19} est la longueur de câble de calibre 19 AWG ou du plus gros calibre dans la ligne d'abonnée assignée.

Les unités d'émission-réception xDSL qui utilisent des bandes asymétriques (ADSL, HDSL2 ou HDSL4) ne doivent pas être installées avec une unité d'émission-réception (UER-C) qui émet dans la bande vers l'aval (ADSL : 138-1 104 kHz; HDSL2 : 0-440 kHz; HDSL4 : 0-600 kHz) et qui est installée à l'extrémité d'abonné de la ligne d'abonné (dans les locaux de l'abonné).

Le présent document n'a pas pour objet la définition des procédures administratives que doivent suivre les entreprises de services locaux (ESL) et les autres fournisseurs de services pour s'assurer que les systèmes sont installés sur des lignes d'abonné conformes aux présentes lignes directrices pour le déploiement.

Tableau A1(b) : Lignes directrices pour le déploiement de matériel ADSL2 vers l'amont en mode numérique intégral

Numéro du masque	Désignation du masque vers l'amont	ADSL — Lignes directrices, DUE (m)
1	ADLU - 32	> 4 725 (15,5 kpi)
2	ADLU - 36	3 353 (11,0 kpi)
3	ADLU - 40	3 201 (10,5 kpi)
4	ADLU - 44	3 048 (10,0 kpi)
5	ADLU - 48	2 896 (9,5 kpi)
6	ADLU - 52	2 896 (9,5 kpi)
7	ADLU - 56	2 744 (9,0 kpi)
8	ADLU - 60	2 744 (9,0 kpi)
9	ADLU - 64	2 744 (9,0 kpi)

Tableau A1(c) : Lignes directrices pour le déploiement de matériel READSL 2B1Q

DSP	Débit maximum de ligne READSL 2B1Q (kbit/s)	READSL 2B1Q Lignes directrices, DUE (m)
Masque DSP SM1	300	toutes les lignes d'abonné non chargées
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 160\ 000$	320	4 725 (15,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 168\ 000$	336	4 420 (14,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 192\ 000$	384	4 115 (13,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 200\ 000$	400	4 115 (13,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 208\ 000$	416	3 965 (13 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 232\ 000$	464	3 810 (12,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 264\ 000$	528	3 660 (12 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 296\ 000$	592	3 505 (11,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 328\ 000$	656	3 355 (11 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 360\ 000$	720	3 200 (10,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 392\ 000$	784	3 050 (10 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 456\ 000$	912	2 895 (9,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 488\ 000$	976	2 745 (9 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 552\ 000$	1 104	2 590 (8,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 616\ 000$	1 232	2 440 (8 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 712\ 000$	1 424	2 285 (7,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 840\ 000$	1 680	2 135 (7 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 936\ 000$	1 872	1 980 (6,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 1\ 064\ 000$	2 128	1 830 (6 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 1\ 128\ 000$	2 256	1 675 (5,5 kpi)
READSL _u (<i>f</i>) avec $f_{\text{sym}} = 1\ 160\ 000$	2 320	1 525 (5 kpi)

Tableau A1(d) : Lignes directrices pour le déploiement de matériel SHDSL

Débit de ligne (DL) SHDSL (kbit/s)	SHDSL — Lignes directrices, DUE (m)
DL < 592	toutes les lignes d'abonné non chargées
600 < DL < 616	4 770 (15,0 kpi)
624 < DL < 628	4 420 (14,5 kpi)
656 < DL < 688	4 265 (14,0 kpi)
696 < DL < 800	4 115 (13,5 kpi)
808 < DL < 832	3 810 (12,5 kpi)
840 < DL < 896	3 660 (12,0 kpi)
904 < DL < 952	3 965 (13,0 kpi)
960 < DL < 1 000	3 810 (12,5 kpi)
1 008 < DL < 1 088	3 660 (12,0 kpi)
1 096 < DL < 1 160	3 505 (11,5 kpi)
1 168 < DL < 1 320	3 355 (11,0 kpi)
1 328 < DL < 1 472	3 200 (10,5 kpi)
1 480 < DL < 1 536	3 050 (10,0 kpi)
1 544 < DL < 1 552	3 200 (10,5 kpi)
1 560 < DL < 1 664	3 050 (10,0 kpi)
1 672 < DL < 1 880	2 895 (9,5 kpi)
1 888 < DL < 2 008	2 745 (9,0 kpi)
2 016 < DL < 2 320	2 590 (8,5 kpi)

Annexe A.2 - Directives de déploiement pour les technologies de duplexage temporel haute fréquence dans des situations à porteuses multiples avec plusieurs points d'insertion de câble ou des schémas de duplexage incompatibles

A.2.1 Porté

Les directives de déploiement de l'Annexe A.2 s'appliquent aux technologies de duplexage temporel (TDD) à haute fréquence (c'est-à-dire FAST) dans des situations multi-porteuses avec plusieurs points d'insertion de câble ou des schémas de duplexage incompatibles. En revanche, les directives de déploiement de la clause A.1 garantissent un niveau de compatibilité spectrale entre les technologies xDSL non TDD où les émetteurs-récepteurs du réseau sont connectés à un câble partagé au même point du câble.

Lorsque les technologies xDSL haute fréquence sont déployées par un opérateur, les services VDSL2 existants d'un autre opérateur peuvent être affectés si les signaux de ceux-ci sont introduits à des emplacements différents des services VDSL2 existants (par exemple, dans des armoires de brassage ou à l'intérieur des bâtiments). De plus, lorsque ces signaux utilisent le duplex temporel, cela peut entraîner une importante diaphonie de proximité avec les services VDSL2 existants, que les emplacements d'introduction soient identiques ou différents.

La présente annexe ne traite pas tous les scénarios dans lesquels les systèmes xDSL peuvent être endommagés par d'autres systèmes xDSL déployés à partir d'un point d'insertion de câble différent et les directives de déploiement pour une technologie xDSL ne devraient pas être supposées s'appliquer à une technologie différente.

A.2.2 Directives de déploiement pour les systèmes FAST

Les normes FAST (Recommandations UIT-T G.9700, G.9701, G.997.2) reconnaissent les problèmes d'interopérabilité et fournissent des solutions qui peuvent être utilisées pour atténuer ces effets néfastes. Les systèmes FAST (constitués du UPD du côté réseau et de l'ÉT du côté client) ont la capacité d'ajuster le spectre de transmission pour éviter de générer une diaphonie dans les services VDSL2. Ces systèmes peuvent fournir cette fonctionnalité dans l'un des deux modes (décrits plus en détail dans la section suivante) :

Mode 1 : utilisez toujours des DSP qui ne génèrent pas de diaphonie dans les bandes de fréquences VDSL2.

Mode 2 : surveillez la présence de diaphonie VDSL2 et lors de la détection, ajustez la densité DSP de transmission du UPD et de l'ÉT afin qu'ils ne transmettent pas de diaphonie dans les bandes de fréquences VDSL2.

Lorsque les mécanismes ci-dessus sont utilisés, il y a une certaine réduction des performances FAST, cependant, dans la plupart des cas, un service FAST viable peut toujours être déployé.

A.2.2.1 Fonctionnalité du système

Les systèmes FAST se composent d'équipements côté réseau (UPD) et d'ÉT FAST, qui mettent tous deux en œuvre les parties pertinentes des Recommandations UIT-T G.9700 et G.9701. La densité DSP des émetteurs du système FAST est configurée à l'aide de la UPD-MIB définie dans G.997.2.

Pour limiter la diaphonie des systèmes FAST vers les lignes VDSL2 en utilisant des fréquences jusqu'à celles utilisées par le profil 17a, les systèmes FAST (UPD combiné avec l'ÉT FAST) doivent être déployés dans l'un des deux modes suivants :

- Mode 1 : les systèmes sont configurés pour ne pas utiliser de fréquences dans les bandes de fréquences VDSL2 (inférieures à 20 MHz).
- Mode 2 : les systèmes fonctionnent de la manière suivante :
 - a) Lors d'une nouvelle installation (lorsque l'historique des mesures n'est pas disponible), démarrez une liaison donnée en utilisant les capacités standard de contrôle de spectre UPD/ÉT, de sorte qu'elle n'utilise pas de fréquences qui interfèrent avec VDSL2 (inférieures à 20 MHz) ; et
 - b) surveiller toute diaphonie VDSL2 dans la bande 2,2 – 17 MHz, en utilisant la capacité de mesure de diaphonie standard de l'ÉT et/ou du UPD, à des intervalles ne dépassant pas 15 minutes.
 - c) Si la diaphonie VDSL2 n'est pas détectée pendant au moins 24 heures, activez facultativement la transmission pour cette bande (c'est-à-dire 2,2 – 17 MHz) ou toute sous-partie de celle-ci, en utilisant les capacités standard de contrôle de spectre UPD/ÉT. Les sous-parties doivent avoir une largeur d'au moins 1 MHz ; et
 - d) continuer à surveiller la diaphonie VDSL2 dans la bande 2,2 – 17 MHz, à des intervalles d'au moins 15 minutes, et dans les 24 heures, cesser la transmission dans cette bande ou des sous-parties de celle-ci où la diaphonie VDSL2 est détectée, en utilisant les capacités standard de contrôle du spectre du UPD/ÉT. Les sous-parties doivent avoir une largeur d'au moins 1 MHz.
 - e) Rétablir éventuellement la transmission, en utilisant les capacités standard de contrôle du spectre UPD/ÉT, qui a été interrompu en d) s'il est détecté que le brouillage a cessé dans cette bande pendant au moins 24 heures.

A.2.2.2 Fonctionnalité de l'ÉT

Pour que le système FAST mette en œuvre la fonctionnalité décrite dans la section précédente, le système s'appuie sur le périphérique de l'ÉT pour les capacités suivantes :

- ajuster la DSP d'émission comme indiqué par le UPD. (Nécessaire pour le fonctionnement en Mode-1 et Mode-2)
- mesurer le bruit (y compris la diaphonie) au niveau de l'ÉT et rapporter la mesure au UPD. (Nécessaire pour le fonctionnement en Mode 2.)

L'article 7.3.1 de G.9701 spécifie plusieurs paramètres qui fonctionnent ensemble pour façonner la DSP d'émission réelle, fournissant la fonctionnalité requise par un système FAST pour contrôler la DSP d'un ÉT FAST. En particulier, la prise en charge du contrôle UPD des paramètres liés aux DPU-MIB MIBPSDMASK, CARMASK et RFIBANDS, comme illustré à la Figure 7-1 de G.9701, est requise à partir d'un ÉT pour que le système FAST fonctionne en Mode- 1 ou Mode-2.

De plus, les clauses 11.4.1.2 (Paramètres de test), 11.2.2.13 (Lecture des paramètres de test), 11.2.2.14 (Retour de vecteur) et 11.2.2.15 (Mise à jour de la séquence de sonde) de G.9701 spécifient la fonctionnalité requise pour que l'ÉT puisse mesurer la diaphonie et transférer ces informations au UPD. Cette fonctionnalité est requise d'un ÉT pour que le système FAST fonctionne en Mode-2.

Annexe B — Références à titre d'information

1. –ATIS 0600417-2003 : *Spectrum Management for Loop Transmission Systems* (gestion du spectre pour systèmes de transmission en boucle)
2. Recommandations K.50, G.992.3, G.992.5, G.993.2, G.9700 et G.9701 de l'UIT-R
3. T1 TRQ - XX : *Technical Requirements for Maximum Voltage, Current and Power Levels for Network-Powered Transport Systems* (exigences techniques relatives aux niveaux maximaux de tension, de courant et de puissance pour les systèmes de transport alimentés par le réseau)
4. CAN/CSA-CISPR 32:17, Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission (IEC CISPR 32:2015, MOD).
5. T1.424/Utilisation après essai : *Interface Between Networks and Customer Installations — Very-high Speed Digital Subscriber Lines (VDSL) Metallic Interface* (interface entre les réseaux et les installations des clients — interface métallique pour lignes d'abonné numériques très haute vitesse [VDSL])
6. ITU-T Recommendation G.9701 Modification 3 (10/2020), Accès rapide aux terminaux d'abonné (G.fast) – Spécification de la couche physique