



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

L.19

(11/2003)

SÉRIE L: CONSTRUCTION, INSTALLATION ET
PROTECTION DES CÂBLES ET AUTRES ÉLÉMENTS
DES INSTALLATIONS EXTÉRIEURES

**Câbles à paires multiples métalliques pour
réseaux assurant des services multiples
partagés tels que la téléphonie ordinaire, le
RNIS et le xDSL**

Recommandation UIT-T L.19

Recommandation UIT-T L.19

Câbles à paires multiples métalliques pour réseaux assurant des services multiples partagés tels que la téléphonie ordinaire, le RNIS et le xDSL

Résumé

La présente Recommandation contient des considérations générales relatives à la mise en place de nouveaux services et systèmes (RNIS, xDSL, etc.) dont la prise en charge sera assurée par le réseau d'accès. Elle indique en outre certaines prescriptions concernant les caractéristiques des lignes numériques locales utiles pour offrir aux utilisateurs une bonne qualité de service. Par ailleurs, elle traite également de certaines questions relatives à l'utilisation des câbles à paires multiples métalliques pour réseaux des services multiples partagés de type RNIS ou xDSL, par exemple.

Source

La Recommandation L.19 de l'UIT-T a été approuvée le 28 novembre 2003 par la Commission d'études 6 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2004

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions 2
4	Abréviations..... 2
5	Généralités 2
5.1	Objectifs 2
5.2	Technologies RNIS/xDSL..... 3
5.3	Problèmes techniques associés aux systèmes RNIS/xDSL 3
5.4	Support de transmission 4
6	Prescriptions d'une ligne numérique locale recommandées pour un RNIS/xDSL 4
6.1	Prescriptions minimales d'une ligne numérique locale pour un RNIS/xDSL 4
6.2	Caractéristiques physiques d'une ligne numérique locale 5
6.3	Principales caractéristiques électriques et de transmission des services et systèmes RNIS/xDSL 6
6.4	Utilisation d'un câble multipaire pour réseaux métalliques assurant la prise en charge de services multiples partagés tels que le service téléphonique ordinaire, le RNIS et le xDSL..... 9
Appendice I – Dérivations d'attente: effet de l'affaiblissement dû à la longueur de la dérivation..... 10	
Appendice II – Expérience de France Telecom 14	
II.1	Mise en place généralisée de systèmes ADSL: processus de qualification de boucle..... 14
II.2	Portée maximale des systèmes ADSL 14
II.3	Qualité d'une paire métallique sur site 14
Appendice III – L'expérience de l'Inde 15	
Appendice IV – L'expérience du Brésil 16	
IV.1	Introduction 16
IV.2	Caractéristiques de la boucle locale 17

Introduction

Le réseau de distribution locale permet de rattacher les usagers au service téléphonique de base sans poser d'importants problèmes de transmission aux fréquences vocales (de 300 Hz à 3400 Hz). Avec l'évolution des technologies de transmission, de nouveaux services et systèmes de type RNIS, HDSL, SHDSL et ADSL, par exemple, sont actuellement mis en place sur les lignes métalliques existantes. En outre, on observe actuellement une tendance qui consiste à assurer des services multiples d'un ou de plusieurs fournisseurs sur des câbles communs (métalliques et optiques) et dans d'autres parties du réseau. C'est ce que l'on appelle le "dégrouper du réseau" c'est-à-dire que plusieurs opérateurs partagent le même réseau ou une même partie du réseau. La mise en œuvre du dégroupage du réseau se traduit par une dégradation des conditions ambiantes en termes de diaphonie. Il est donc nécessaire de définir la qualité des lignes de raccordement des abonnés pour les nouveaux services et systèmes de type RNIS, HDSL, SHDSL et ADSL.

Recommandation UIT-T L.19

Câbles à paires multiples métalliques pour réseaux assurant des services multiples partagés tels que la téléphonie ordinaire, le RNIS et le xDSL

1 Domaine d'application

La présente Recommandation indique les considérations générales et les prescriptions relatives aux caractéristiques des lignes numériques locales utilisées entre la terminaison de ligne et la terminaison de réseau pour assurer des services RNIS et xDSL. La présente Recommandation ne s'applique pas aux réseaux familiaux. D'autre part, elle donne des lignes directrices relatives à l'utilisation du câble métallique à paire multiple assurant la prise en charge de services multiples partagés de type RNIS et xDSL.

Les valeurs indiquées dans la présente Recommandation sont fondées sur les différentes technologies DSL connues à la date de publication de la présente Recommandation. Toutefois, les principes généraux sont applicables à tout type de technologie DSL, généralement désignée par l'abréviation xDSL.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T G.961 (1993), *Système de transmission numérique en lignes locales métalliques pour accès RNIS au débit de base.*
- [2] Recommandation UIT-T G.991.1 (1998), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique à grand débit.*
- [3] Recommandation UIT-T G.991.2 (2003), *Emetteurs-récepteurs pour ligne d'abonné à haute vitesse sur paire unique (SHDSL).*
- [4] Recommandation UIT-T G.992.1 (1999), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique.*
- [5] Recommandation UIT-T G.992.2 (1999), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique sans filtre séparateur.*
- [6] Recommandation UIT-T G.993.1 (2001), *Fondement des lignes d'abonné numérique à très grande vitesse.*
- [7] Recommandation UIT-T G.995.1 (2001), *Aperçu général des Recommandations relatives aux lignes d'abonné numérique.*
- [8] Recommandation UIT-T G.996.1 (2001), *Procédures de test pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique.*
- [9] CEI 62255, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques à large bande (Réseau de Télécommunication numérique à haut débit) – Câbles d'extérieur.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation, les définitions figurant dans les Recommandations UIT-T G.961, G.991.x, G.992.x G.995.1 ainsi que dans la publication CEI 62255, s'appliquent.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les termes suivants:

ADSL	ligne d'abonné numérique asymétrique (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
BT	dérivation d'attente (<i>bridged tap</i>)
DLL	ligne numérique locale (<i>digital local line</i>)
ELFEXT	écart télédiaphonique (<i>equivalent level far-end crosstalk</i>)
HDSL	ligne d'abonné numérique à haut débit (<i>high-speed digital subscriber line</i>)
LCL	affaiblissement de conversion longitudinale (<i>longitudinal conversion loss</i>)
LT	terminaison de ligne (<i>line termination</i>)
NEXT	paradiaphonie (<i>near-end crosstalk</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
PSL	affaiblissement en somme de puissances (<i>power sum loss</i>)
SHDSL	ligne d'abonné numérique à haut débit sur paire unique (<i>single-pair high-speed digital subscriber line</i>)
VDSL	ligne d'abonné numérique à très haut débit (<i>very high-speed digital subscriber line</i>)
xDSL	tout type de système de ligne d'abonné numérique (<i>any of the various types of digital subscriber line systems</i>)

5 Généralités

5.1 Objectifs

Etant donné que la section d'accès numérique entre le commutateur local et le client est un élément clé pour garantir l'introduction de nouveaux services et systèmes de type RNIS/xDSL, les prescriptions suivantes doivent être prises en compte dans le réseau:

- possibilité d'exploiter les lignes non chargées à deux fils existantes, à l'exclusion des fils nus aériens;
- objectif de réalisation d'un taux d'utilisation de 100% pour les nouveaux services et systèmes de type RNIS/xDSL, sans choix de paires, réassemblage de câble ni suppression de dérivations d'attente (BT, *bridged taps*);
- objectif de pouvoir étendre les nouveaux services et systèmes de type RNIS/xDSL à la majorité des clients sans utilisation de sections élémentaires régénérées. Des dérogations pourront être requises dans les quelques cas résiduels;
- coexistence, dans le même faisceau, de la plupart des services existants, comme la téléphonie et la transmission de données dans la bande des fréquences vocales;
- diverses réglementations nationales concernant la compatibilité électromagnétique (EMC, *electro-magnetic compatibility*);
- fourniture de l'alimentation en énergie via l'accès de base du réseau, en mode normal ou restreint;

- fourniture de la capacité de prendre en charge les fonctions de maintenance.

5.2 Technologies RNIS/xDSL

Les quatre technologies les plus importantes indiquées dans le Tableau 1 sont les suivantes:

- l'accès de base du RNIS (Rec. UIT-T G.961) qui offre un débit en duplex intégral de 160 kbit/s (2B + D);
- les lignes HDSL (Rec. UIT-T G.991.1) qui offrent un débit de 2 Mbit/s dans les deux sens, mais qui nécessitent jusqu'à trois paires métalliques;
- les lignes SHDSL (Rec. UIT-T G.991.2) qui offrent un débit de 2 Mbit/s dans les deux sens sur une seule paire métallique;
- les lignes ADSL (Rec. UIT-T G.992.1) qui offrent un débit pouvant atteindre 8 Mbit/s (en cas d'utilisation des lignes ADSL G.992.2 à 1,5 Mbit/s) vers l'aval pour l'accès Internet rapide, mais qui ne conviennent pas aux applications vidéo.

A la date de publication de la présente Recommandation, l'adoption des technologies les plus prisées est seulement envisagée. Le présent paragraphe n'en devra pas moins être révisé en fonction de l'état d'avancement des travaux de normalisation.

Tableau 1/L.19 – Débits offerts par les systèmes xDSL

Famille xDSL	Débit binaire (aval)	Références
RNIS	160 kbit/s	Rec. UIT-T G.961
ADSL	Jusqu'à 8 Mbit/s	Rec. UIT-T G.992.1, Rec. UIT-TG.992.2
HDSL	2 Mbit/s	Rec. UIT-T G.991.1
SHDSL	Jusqu'à 2 Mbit/s	Rec. UIT-T G.991.2

5.3 Problèmes techniques associés aux systèmes RNIS/xDSL

Les services RNIS/xDSL peuvent donner lieu à des problèmes techniques lorsque plusieurs opérateurs utilisent en partage les paires d'un même câble.

Le niveau de perturbation entre les différentes applications, empruntant le même câble, dépend de la technologie utilisée et des caractéristiques physiques du câblage (espacement entre paires, isolant, etc.). Les problèmes de perturbation créés par les technologies à haute puissance telles l'ADSL sont les plus graves.

La mise en place de services RNIS/xDSL pose cinq problèmes techniques principaux:

- il faut préserver l'intégrité des services existants: les perturbations créées par les boucles xDSL peuvent être à l'origine d'un échec de la fourniture d'un service ou d'une baisse importante des performances des services existants (par exemple, RNIS, HDSL sur ligne louée);
- il faut modifier les procédures de test de ligne: la présence d'un modem ADSL dans la boucle locale complique le test des lignes;
- il faut réduire au minimum les perturbations entre les technologies de transmission RNIS/xDSL;
- il faut utiliser au maximum les boucles locales pour les services xDSL à large bande;

- il faut bien choisir les lignes à utiliser pour les technologies xDSL. Toutes les lignes ne conviennent pas à l'ADSL. Le facteur le plus important qui empêche l'utilisation de l'ADSL est l'affaiblissement du signal. Cela dépend de la distance, mais la distance exacte sur laquelle un ADSL fonctionnera dépend également des caractéristiques de la boucle et du débit de données souhaité. D'autres facteurs peuvent également affecter la qualité de fonctionnement: bruit, diaphonie, ou brouillage radiofréquence, etc.

5.4 Support de transmission

Le support de transmission prévu pour l'exploitation du système de transmission numérique est le réseau d'accès à fils métalliques qui relie le client au centre de commutation local par des lignes locales.

Ce réseau fait appel à des paires de fils métalliques câblées pour fournir des services aux clients.

Une ligne métallique locale est censée pouvoir acheminer simultanément dans les deux sens, entre la terminaison de ligne (LT, *line termination*) et la terminaison de réseau (NT, *network termination*), des signaux numériques offrant l'accès aux débits associés aux services RNIS/xDSL comme indiqué à la Figure 1.

Pour simplifier la fourniture de services RNIS/xDSL, un système numérique de transmission doit pouvoir fonctionner de manière satisfaisante sur la majorité des lignes métalliques locales, sans préparation spéciale. Le nombre maximal de lignes métalliques locales qui peuvent être utilisées pour le RNIS/xDSL est inversement proportionnel au nombre de prescriptions associé au RNIS/xDSL.

Le terme ligne numérique locale (DLL, *digital local line*) sera utilisé ci-après pour décrire une ligne métallique locale répondant aux prescriptions minimales d'un RNIS/xDSL.

6 Prescriptions d'une ligne numérique locale recommandées pour un RNIS/xDSL

Pour les technologies de transmission visées au § 5, des valeurs de référence appropriées relatives aux prescriptions des lignes numériques locales pour les services RNIS/xDSL sont nécessaires pour déterminer si la ligne d'abonné est adaptée au service considéré. Le présent paragraphe indique les prescriptions minimales, les caractéristiques physiques et électriques et les prescriptions d'exploitation d'une ligne numérique locale (DLL, *digital local line*) pour des services RNIS/xDSL, permettant d'obtenir un taux d'utilisation de 100% sans modifier la conception du câble en vue de remédier à d'éventuels problèmes techniques.

6.1 Prescriptions minimales d'une ligne numérique locale pour un RNIS/xDSL

Une ligne numérique locale pour un RNIS/xDSL devrait satisfaire aux prescriptions suivantes:

- pas de bobines de charge;
- pas de fils nus;
- pas de paires détorsadées:

on entend par paire détorsadée une paire dont un des fils est connecté à une autre paire en un point d'épissurage et inversé. Ce phénomène est fréquent sur les câbles dépourvus de code de couleurs.

Entre paires détorsadées, on constatera un accroissement sensible du brouillage par diaphonie et une dégradation considérable de la qualité de transmission des services DSL. Il convient donc de contrôler attentivement les câbles pour vérifier qu'ils ne comportent pas de paires détorsadées;

- dérivations d'attente minimales:
en présence de dérivations d'attente, la ligne numérique locale subira des pertes supplémentaires qui seront fonction de la fréquence du signal, de la vitesse de propagation et de la longueur des dérivations d'attente. Il n'est recommandé d'accroître l'espacement entre les dérivations d'attente que si celles-ci sont à l'origine d'une grave dégradation de la qualité de transmission.

La présence d'une dérivation d'attente sur la ligne d'abonné provoquera un affaiblissement accru du signal transmis. Cet affaiblissement est dû à la puissance qui est réfléchiée en direction du générateur en raison de la discontinuité de la transmission due à la terminaison ouverte de celui-ci au niveau des dérivations d'attente.

NOTE 1 – Une dérivation d'attente est une section de paire torsadée sans terminaison connectée en parallèle à la ligne et connectée et reliée à des points ou raccords souples.

NOTE 2 – Au-delà de 2 dérivations, le nombre acceptable de dérivations d'attente dépend de leur longueur.

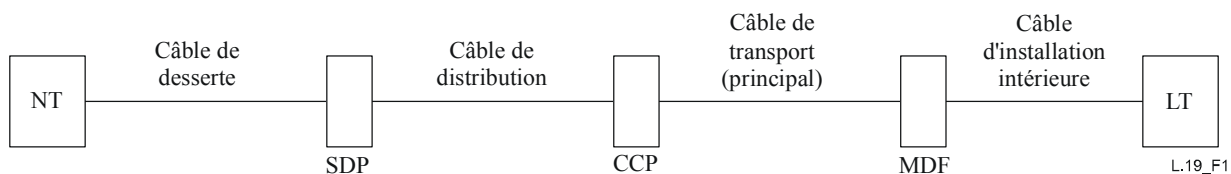
6.2 Caractéristiques physiques d'une ligne numérique locale

Une ligne numérique locale (DLL, *digital local line*) se compose d'une ou de plusieurs sections de câble épissurées ou interconnectées.

La configuration d'un câble de distribution (câble de desserte ou câble de transport principal) est la suivante:

- cascade de sections de câble de différents diamètres et de différentes longueurs;
- existence d'une ou de plusieurs dérivations d'attente à divers points sur les câbles de transport, de distribution et de desserte.

La Figure 1 donne une description générale et le Tableau 2 donne des exemples représentatifs des caractéristiques d'un câble utilisant des lignes numériques locales.



Les points d'interconnexion sont les suivants:

- CCP sous-répartiteur (*cross-connection point*)
- MDF répartiteur principal (*main distribution frame*)
- SDP point de desserte d'abonnés (*subscriber distribution point*)

Figure 1/L.19 – Modèle physique d'une ligne numérique locale

Tableau 2/L.19 – Caractéristiques représentatives d'un câble

	Câble d'intérieur	Câble de transport	Câble de distribution	Câble de desserte
Diamètre des conducteurs [mm]	0,3 à 0,6	0,3 à 1,4	0,3 à 1,4	0,3 à 0,9
Structure	SQ ou TP L ou B	SQ ou TP L ou B	SQ ou TP L ou B	SQ, TP ou UP
Nombre maximal de paires	1200	2400/0,4 mm 4800/0,3 mm	600/0,4 mm	2 (câble aérien) 600 (câble d'intérieur)
Capacité mutuelle (nF/km à 800 Hz)	55 à 120	25 à 60	25 à 60	35 à 120
B paires non torsadées (<i>bundles</i>) L en couches (<i>layer</i>) SQ quartes étoile (<i>star quads</i>) TP paires torsadées (<i>twisted pairs</i>) UP paires non torsadées (<i>untwisted pairs</i>)				

6.3 Principales caractéristiques électriques et de transmission des services et systèmes RNIS/xDSL

Les principales caractéristiques électriques et de transmission sont indiquées dans la Rec. UIT-T G.961 pour les services et systèmes RNIS, dans les Recommandations UIT-T de la série G.991.x pour les services et systèmes HDSL/SHDSL et dans les Recommandations UIT-T de la série G.992.x pour les services et systèmes ADSL. Les chiffres indiqués dans les Tableaux 3 à 5 suivants sont donnés à titre d'exemple.

6.3.1 Affaiblissement d'insertion

Le Tableau 3 indique à titre d'exemple les valeurs de l'affaiblissement d'insertion maximal acceptable pour les services et systèmes RNIS/xDSL. Ces valeurs renvoient aux Recommandations relatives aux lignes d'abonné numérique (G.995.1).

Tableau 3/L.19 – Valeurs de l'affaiblissement d'insertion maximal acceptable indiquées à titre d'exemple

Famille xDSL	Fréquence de test [kHz]	Affaiblissement d'insertion maximal [dB]
RNIS (Amérique)	40	42
RNIS (Europe)	40	36
TCM-RNIS (Japon)	160	50
HDSL	150	30
SHDSL	200	25
ADSL (1,5 Mbit/s – G.992.2)	300	60
ADSL (6 Mbit/s – G.992.1)	300	40

NOTE – Dans le cas de systèmes ADSL, seul un bruit blanc gaussien arbitraire (AWGN, *arbitrary white gaussian noise*) de –140 dBm/Hz est considéré comme étant du bruit ambiant. En présence de tout bruit perturbateur (dû aux dérivations d'attente ou à la diaphonie, par exemple), l'affaiblissement d'insertion maximal acceptable sera réduit en conséquence.

Lorsqu'il est impossible de procéder à un test de ligne à des fréquences élevées, la portée type, la résistance ohmique acceptable de la ligne numérique locale, ainsi que l'affaiblissement d'insertion, constituent des données de référence utiles. Le Tableau 4 indique la résistance ohmique type [Ω/km] et les caractéristiques d'affaiblissement de ligne [dB/km] sur des paires métalliques. Dans l'ensemble, les valeurs adoptées proviennent de la Rec. UIT-T G.996.1. La portée type pour chaque service est indiquée dans le Tableau 5.

Tableau 4/L.19 – Résistance ohmique et affaiblissement de ligne types sur paire métallique

Diamètre	Résistance ohmique [Ω/km]	Affaiblissement d'insertion [dB/km]			
		40 kHz	150 kHz	200 kHz	300 kHz
0,4 mm	280	9,0	12,0	13,0	14,6
0,5 mm	177	6,2	8,5	9,5	11,0

Tableau 5/L.19 – Portée type pour les services RNIS/xDSL

Services	Résistance ohmique maximale [Ω]	Portée type [km]	
		0,4 mm	0,5 mm
RNIS (Amérique du Nord)	1300	4,6	6,7
RNIS (Europe)	1120	4,0	5,8
TCM-RNIS (Japon)	810	2,7 (une paire) 4,7 (deux paires)	4,3 (une paire) 6,3 (deux paires)
HDSL	700	2,5	3,5
SHDSL	530	1,9	2,6
ADSL (1,5 Mbit/s – G.992.2)	1150	4,1	5,4
ADSL (6 Mbit/s – G.992.1)	760	2,7	3,6

6.3.2 Diaphonie

En général, le bruit par diaphonie est dû à une valeur finie de l'affaiblissement de couplage entre paires faisant partie du même câble, en particulier les paires qui sont proches les unes des autres. Un couplage fini entre paires provoque une perturbation du signal passant par une ligne DLL (perturbatrice), ce signal passant par couplage dans une ligne DLL adjacente (perturbée). Ce brouillage est appelé diaphonie. Il existe deux types de diaphonie, à savoir la paradiaphonie (NEXT, *near-end crosstalk*) et la télédiaphonie (FEXT, *far-end crosstalk*).

Pour les câbles métalliques utilisés dans les systèmes à paires symétriques, le principal type de diaphonie est censé être la paradiaphonie (NEXT, *near-end crosstalk*). Pour les systèmes à paires asymétriques qui utilisent des fréquences d'émission différentes vers l'amont et vers l'aval, tels que les systèmes ADSL, le principal type de diaphonie sera la télédiaphonie (FEXT, *far-end crosstalk*). Parmi les critères de mesure de la télédiaphonie (FEXT) pour les câbles métalliques, mentionnons l'écart télédiaphonique (ELFEXT, *equivalent level FEXT*). La définition de l'écart télédiaphonique (ELFEXT) est donnée dans la publication CEI 62255.

Diaphonie: bruit couplé dans une ligne numérique locale perturbée par un certain nombre de lignes numériques locales perturbatrices, est représenté comme étant dû à l'équivalent d'une unique ligne numérique locale perturbatrice, l'affaiblissement de couplage en fonction de la caractéristique de fréquence étant désigné par le terme d'affaiblissement en somme de puissances [ou perte somme puissance (PSL, *power sum loss*)].

Les valeurs PSL recommandées pour la paradiaphonie (NEXT) et l'écart télédiaphonique (ELFEXT) sur un câble de transmission numérique à large bande à paires torsadées doivent correspondre aux valeurs indiquées dans la publication CEI 62255. Les valeurs types d'affaiblissement PSL sont indiquées dans le Tableau 6. Pour les câbles à quartes, les valeurs PSL correspondantes appellent un complément d'étude.

Tableau 6/L.19 – Valeurs types pour l'affaiblissement PSL minimal sur câble à paires torsadées

Fréquence (kHz)	Affaiblissement PSL NEXT minimal [dB]	Affaiblissement PSL ELFEXT minimal [dB]
150	56	54
300	52	48
1000	44	38
NOTE – Ces valeurs sont définies dans la publication CEI 62255.		

6.3.3 Déséquilibre par rapport à la terre

Avec l'utilisation croissante des services d'accès à large bande, le signal de sortie ou d'entrée transmis dans le câble entre systèmes xDSL et systèmes radioélectriques risque d'induire ces systèmes à s'occasionner des brouillages mutuels. Le niveau de ce signal de sortie (ou d'entrée) sur paires métalliques dépend de la valeur du déséquilibre par rapport à la terre. La ligne numérique locale doit avoir un déséquilibre fini par rapport à la terre.

Ce déséquilibre est décrit en termes d'affaiblissement de conversion longitudinale (LCL, *longitudinal conversion loss*). La valeur de l'affaiblissement LCL pour chaque service est définie dans la Rec. UIT-T O.9. Le Tableau 7 indique les valeurs d'affaiblissement LCL minimal pour chaque service.

Tableau 7/L.19 – Valeurs requises d'affaiblissement LCL minimal indiquées dans les Recommandations UIT-T

Services	Fréquence [kHz]	LCL	Impédance [Ω]	Référence
RNIS	80 8-800	44 dB avec une diminution à raison de 5 dB/décade	150, 110	G.961
ADSL	25-1104	40 dB	100	G.992.1 ^{a)}
^{a)} Cette valeur est définie au § A.4.3.1/G.992.1 comme étant l'affaiblissement LCL au niveau des interfaces U-C ou U-R.				

6.3.4 Bruit impulsif

La ligne numérique locale présentera un bruit impulsif dû à d'autres systèmes partageant le même câble, ainsi qu'à d'autres sources. Le bruit impulsif, par exemple, doit être limité par l'enveloppe indiquée dans la Figure 2.

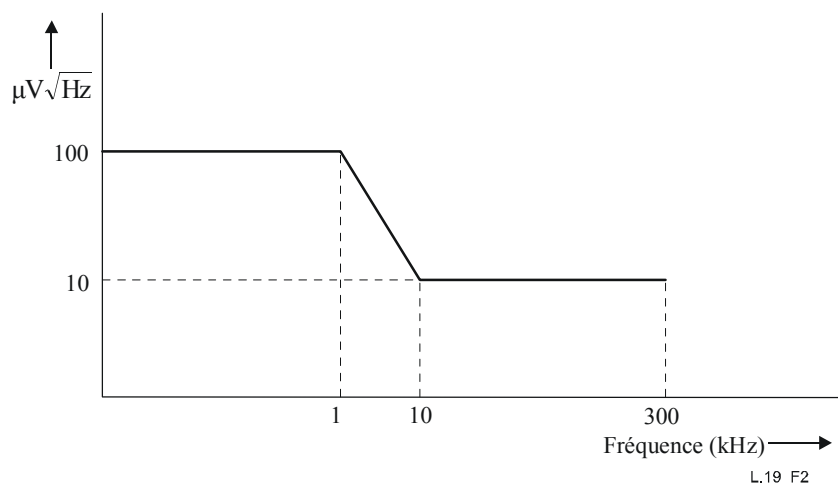
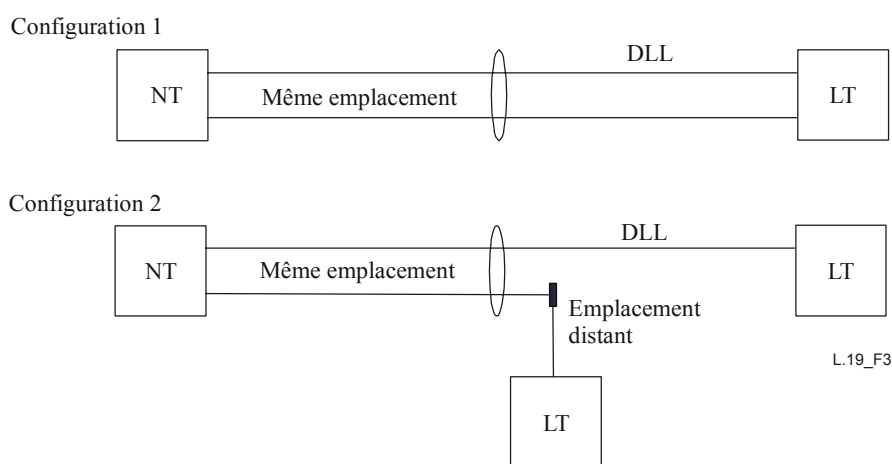


Figure 2/L.19 – Bruit impulsif

NOTE – Les limites tolérables de bruit impulsif pour les systèmes ADSL sont à l'étude.

6.4 Utilisation d'un câble multipaire pour réseaux métalliques assurant la prise en charge de services multiples partagés tels que le service téléphonique ordinaire, le RNIS et le xDSL

On observe actuellement une tendance qui consiste à assurer des services multiples d'un ou de plusieurs fournisseurs (dégroupage) sur un câble métallique multipaire commun. La mise en place d'un système de transmission optique entre le centre de commutation et l'extrémité distante permet d'écourter la longueur de la boucle numérique locale entre la terminaison de ligne (LT) et la terminaison de réseau (NT), ce qui permet d'éliminer les contraintes liées à la distance et d'utiliser des débits plus élevés. Ainsi, divers systèmes qui utilisent une section ou sous-section complète de ligne métallique peuvent coexister sur un câble multipaire. Des configurations types d'une ligne numérique locale sont représentées sur la Figure 3.



Emplacement distant: tout point sur la liaison empruntée par les abonnés

Figure 3/L.19 – Configuration d'une ligne numérique locale dans un environnement multiservice

Avec ces configurations, afin d'optimiser l'utilisation de la ligne locale sans choix de paires, un guide d'installation approprié concernant la technologie xDSL est nécessaire.

Dans le cas de la Configuration 1, dans laquelle les terminaisons de ligne (LT) sont situées au même emplacement, et si l'affaiblissement d'insertion de la ligne numérique locale pour chaque service correspond à la valeur indiquée dans le Tableau 3, les systèmes définis dans la présente Recommandation (système téléphonique ordinaire, RNIS, xDSL) peuvent utiliser simultanément un câble multipaire. Cela est dû au fait que chaque système a été conçu compte tenu de l'éventualité de brouillages par diaphonie et des perturbations acceptables dues aux systèmes existants et nouveaux.

Pour la Configuration 2 de ligne numérique locale, dans laquelle les terminaisons de ligne (LT) sont situées dans des emplacements différents (y compris les emplacements distants dans le réseau), les systèmes qui utilisent une zone de chevauchement de fréquence dans la même direction (vers l'amont ou vers l'aval) sont susceptibles d'être exposés à d'importants brouillages par diaphonie en raison des écarts de puissance du signal sur la ligne. Par conséquent, l'utilisation commune d'une boucle entre les systèmes mettant en œuvre la Configuration 2 est déconseillée. Dans tous les cas où l'on ne peut éviter de recourir à la Configuration 2, il convient de veiller très attentivement à maintenir un équilibrage de puissance approprié entre les terminaisons de ligne (LT) situées dans des emplacements différents.

Appendice I

Dérivations d'attente: effet de l'affaiblissement dû à la longueur de la dérivation

L'effet de l'affaiblissement dû à la longueur d'une dérivation d'attente a été simulé pour les systèmes ci-dessous.

I.1 Pour un service **RNIS**, l'affaiblissement dans une ligne de transmission équipée de fils de 0,40 et 0,50 mm de diamètre, dont la résistance ohmique linéique est de 140,0 et 89,5 Ω /km respectivement, aux basses fréquences avec un isolant de polyéthylène (PE), et de 0,40 mm (26 AWG) avec un isolant plastique (135,1 Ω /km) et papier (135,2 Ω /km) est représenté à la Figure I.1. La ligne de transmission simulée se termine par une charge résistive de 135 Ω et les affaiblissements sont uniquement dus à la présence des dérivations d'attente. La fréquence test du signal transmis est de 40 kHz et la Figure I.1 représente les affaiblissements en fonction de la longueur des dérivations d'attente, pour une vitesse de propagation dont la valeur est une fonction de la fréquence du signal et des caractéristiques du câble de la ligne de transmission.

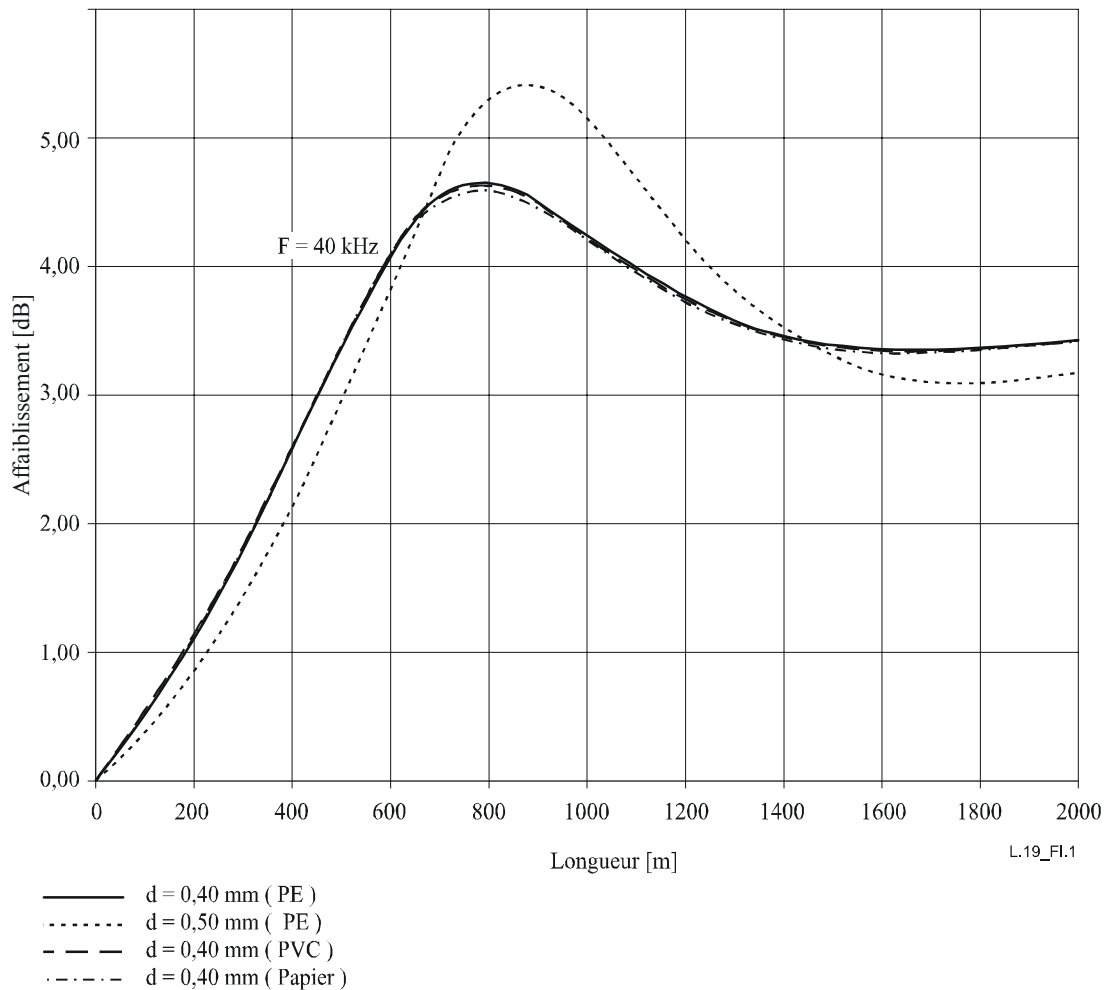


Figure I.1/L.19 – Affaiblissement dû aux dérivations d'attente dans une ligne de transmission du RNIS (40 kHz)

I.2 Pour un système **HDSL**, l'affaiblissement dans une ligne de transmission équipée de fils de 0,40 et 0,50 mm de diamètre, dont la résistance ohmique linéique est de 140,0 et de 89,5 Ω /km respectivement, aux basses fréquences avec un isolant de polyéthylène (PE) et de 0,40 mm (26 AWG) avec un isolant plastique (135,1 Ω /km) et papier (135,2 Ω /km) est représenté à la Figure I.2. La ligne de transmission simulée se termine par une charge résistive de 135 Ω et les affaiblissements sont uniquement dus à la présence des dérivations d'attente. La fréquence test du signal transmis est de 150 kHz, la Figure I.2 montre l'affaiblissement en fonction de la longueur des dérivations d'attente, pour une vitesse de propagation dont la valeur est une fonction de la fréquence du signal et des caractéristiques du câble de la ligne de transmission.

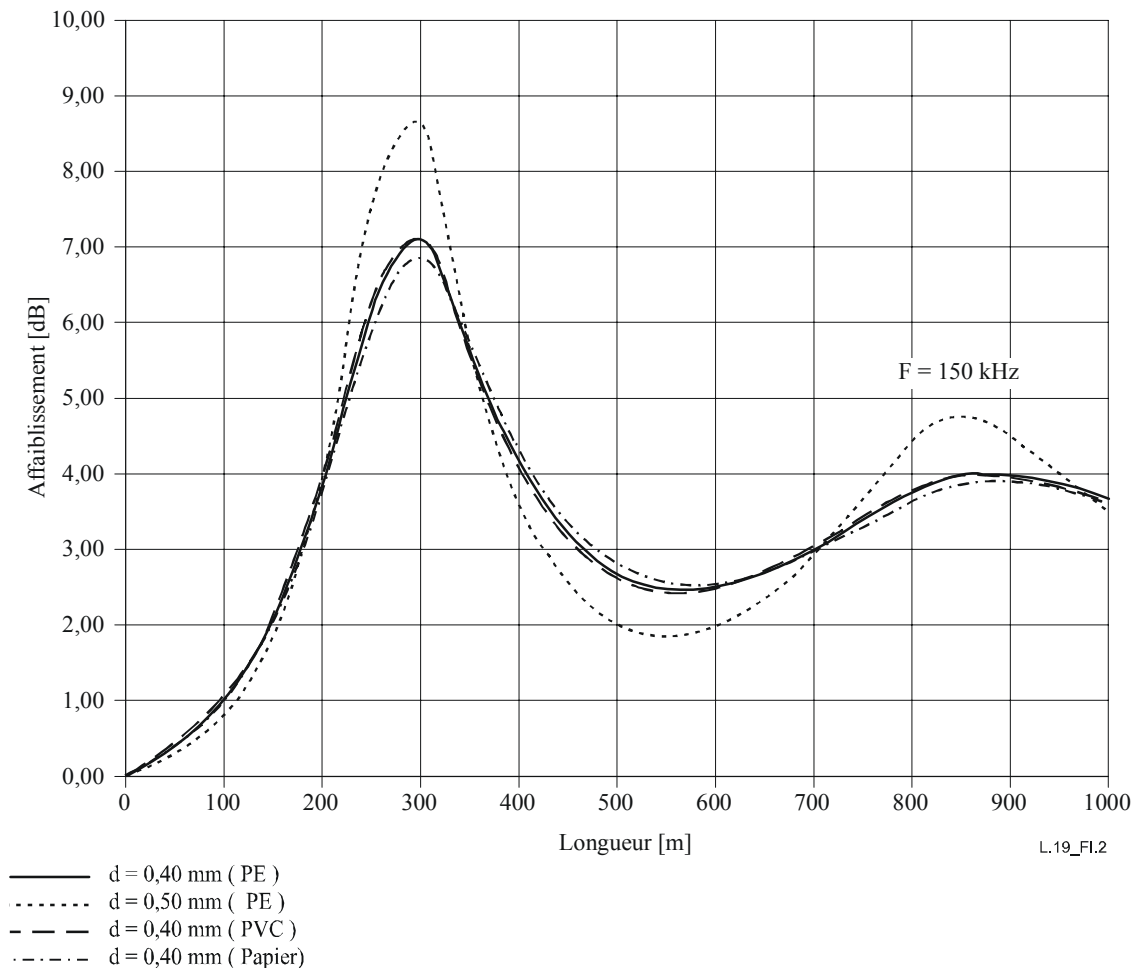


Figure I.2/L.19 – Affaiblissement dû aux dérivations d'attente dans un système HSDL (150 kHz)

I.3 Pour tous les systèmes ADSL et UADSL, l'affaiblissement dans une ligne de transmission équipée de fils de 0,40 et de 0,50 mm de diamètre, dont la résistance ohmique linéique est de 140,0 et 89,5 Ω /km respectivement, à basse fréquence avec un isolant de polyéthylène (PE) et 0,40 mm (26 AWG) avec un isolant plastique (135,1 Ω /km) et un isolant papier (135,2 Ω /km) est représenté à la Figure I.3. La ligne de transmission simultanée se termine sur une charge résistive de 100 Ω et les affaiblissements sont uniquement dus à la présence des dérivations d'attente. La fréquence de test du signal transmis est de 300 kHz et la Figure I.3 représente les affaiblissements en fonction de la longueur des dérivations d'attente, pour une vitesse de propagation dont la valeur est fonction de la fréquence du signal et des caractéristiques du câble de la ligne de transmission.

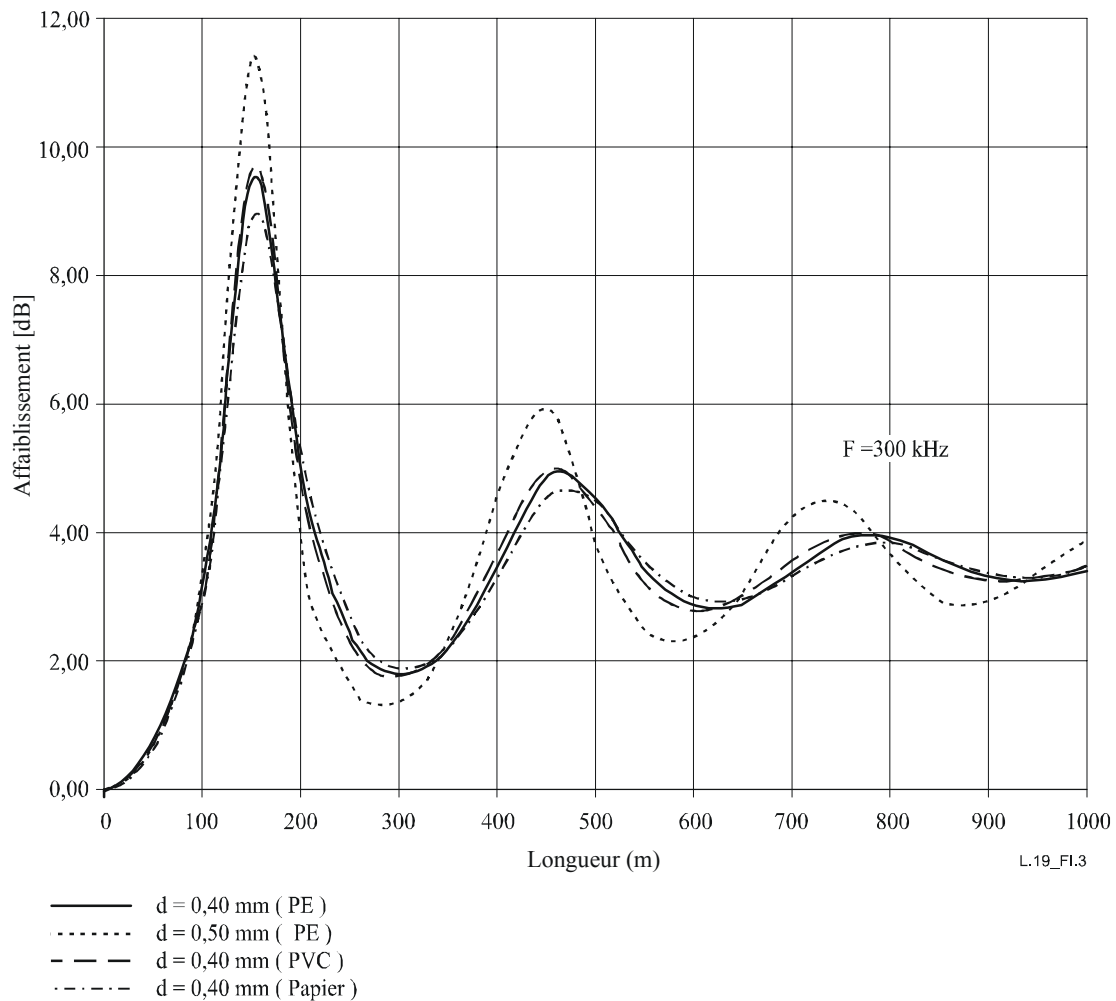


Figure I.3/L.19 – Affaiblissement dû aux dérivations d'attente dans des systèmes ADSL et UADSL (300 kHz)

L'impédance de la ligne de transmission aux points de raccordement tend à devenir nulle pour des longueurs de dérivation d'attente multiples de $\lambda/4$.

Pour des dérivations d'attente de très grande longueur (supérieures à 5λ), avec les mêmes caractéristiques des fils de la ligne de transmission, l'affaiblissement est constant, à savoir 3,52 dB (2/3 de la puissance du signal).

La fonction de transfert du circuit ne dépend pas de la position des dérivations d'attente lorsque la ligne de transmission est complètement adaptée.

Toutefois, les affaiblissements seront différents s'il n'y a pas adaptation des lignes de transmission ou lorsque le calibre des fils est modifié.

Appendice II

Expérience de France Telecom

II.1 Mise en place généralisée de systèmes ADSL: processus de qualification de boucle

La mise en place généralisée de systèmes ADSL peut se traduire par des coûts inacceptables liés à des problèmes d'exploitation comme la fourniture des services et les réparations. La principale

question consiste à vérifier si une boucle existante est capable de prendre en charge des systèmes ADSL ou non. Le processus permettant de répondre à une demande d'un client pour un service donné est propre à chaque opérateur de télécommunication et n'a donc pas été pris en considération ici.

II.2 Portée maximale des systèmes ADSL

La portée d'un système ADSL pour un débit de transmission donné est déterminée par le rapport signal à bruit aux deux extrémités de la ligne métallique. Ce rapport dépend fortement des paramètres suivants: affaiblissement en fonction de la fréquence, des perturbations RF, de la paradiaphonie et de la télédiaphonie.

Les mesures de bruit sur site et des simulations logicielles suffisent à déterminer une portée maximale d'un service donné. Cette portée maximale peut être calculée en termes d'affaiblissement à 300 kHz. L'affaiblissement total sera calculé en additionnant les affaiblissements dans les câbles à paires métalliques de différents calibres.

La précision de cette évaluation dépendra de la fiabilité des informations contenues dans les dossiers concernant les tests effectués sur les installations, qui doivent avoir été préalablement vérifiées.

II.3 Qualité d'une paire métallique sur site

Afin d'abaisser le niveau du bruit RF et le niveau du bruit impulsif, la paire métallique doit être rendue parfaitement symétrique. Pour des raisons de coût, le recours à un analyseur de réseau n'est pas utile. En général, des essais électriques automatiques sont effectués dans chaque centre de commutation.

Il est nécessaire tout d'abord d'effectuer des mesures en courant continu et en courant alternatif pour s'assurer de l'absence de tensions dangereuses sur la paire métallique.

Ensuite, il faut faire des mesures électriques (résistance, capacité, etc.) qui sont très utiles pour s'assurer que la paire est suffisamment symétrique.

- La résistance est mesurée entre deux fils et entre chacun des deux fils et la terre en utilisant une tension continue limitée à 150 volts.
- La capacité entre deux fils et le sol est mesurée avec un courant alternatif. Un courant alternatif de quelques dizaines de Hz et un traitement de signal approprié sont nécessaires.

Il convient de procéder à des essais en laboratoire pour étudier la corrélation entre, d'une part, la dissymétrie longitudinale et, d'autre part, la résistance et la capacité.

Une résistance supérieure à 1 M Ω et une dissymétrie de capacité (Delta C entre le fil A et la terre et entre le fil B et la terre) inférieure à 2% permettent d'affirmer que le câble n'est pas endommagé (humidité, etc.) et que la symétrie longitudinale ne provoque pas de perturbations.

Appendice III

L'expérience de l'Inde

L'exploitation du vaste réseau métallique existant pour fournir de multiples services, outre le service téléphonique ordinaire, revêt une grande importance, comme en témoignent les divers types de services DSL et RNIS offerts. Il se peut que plusieurs fournisseurs de services soient dans l'obligation de partager le même réseau. Les normes auxquelles doivent satisfaire les nouveaux

réseaux métalliques mis en place – même si la mise en place de ces réseaux n'est pas encore généralisée – appelle une attention particulière.

La question doit être étudiée sous deux aspects, à savoir:

- a) les spécifications électriques;
- b) les normes d'installation et de maintenance.

Spécifications électriques

Les paramètres importants à examiner sont les suivants:

- affaiblissement: ce paramètre indiquera principalement le diamètre à choisir ou à normaliser pour le conducteur. On optera généralement pour un conducteur métallique de 0,5 mm, du fait qu'il s'agit d'ores et déjà du plus grand diamètre en usage dans le réseau. D'autre part, il est proposé d'uniformiser autant que faire se peut le diamètre des conducteurs entre le fournisseur de services et le terminal d'abonné pour garantir le niveau de service et faciliter la maintenance du réseau. Par ailleurs, du fait que l'affaiblissement dépendra de la longueur de la boucle d'abonné, il y a lieu de limiter celle-ci à environ 4 km au maximum afin d'offrir un service fiable et de haute qualité. Les valeurs d'affaiblissement obtenues sur les câbles PIJF actuels avec un isolant de polyéthylène, mesurées à 150 kHz pour des conducteurs de 0,4 à 0,9 mm de diamètre, s'échelonnent de 12 à 4,4 dB par kilomètre. Pour un conducteur de 0,5 mm de diamètre, la valeur maximale obtenue est généralement de 8,25 dB/km. L'affaiblissement augmente avec la fréquence (selon un rapport de 1/2) et avec la longueur. A 1 kHz, il peut atteindre non moins de 22 dB/km pour un conducteur de 0,5 mm de diamètre;
- diaphonie: dans le réseau métallique existant constitué principalement de paires torsadées PIJF, la diaphonie peut atteindre un niveau élevé aux hautes fréquences. Cela oblige à choisir méthodiquement les paires pour des applications autres que le service téléphonique ordinaire telles que les services RNIS, ADSL, etc., pour la transmission de données à haut débit. Il reste que l'objectif est d'atteindre un taux d'utilisation de 100%, sans choix de paires ni réassemblage de câble. La diaphonie se manifeste sous forme de brouillages en aval du câble multipaire. Cela pose la question de la capacité du système à tolérer les brouillages, question qui devrait être examinée lors d'une réunion conjointe avec le groupe de travail concerné de la Commission d'études 15 de l'UIT-T. La diaphonie obtenue dans le réseau PIJF existant s'établit comme suit:
 - paradiaphonie (NEXT): la paradiaphonie doit être inférieure à 55 dB et l'écart télédiaphonique (ELFEXT) à 55 dB/km (la valeur efficace doit être inférieure à 67,8 dB/km pour toutes les mesures à 150 kHz);
- impédance: l'impédance est un paramètre difficile à définir de manière précise dans le cas de câbles à paires torsadées. Dans la pratique, l'impédance est fonction de la fréquence et peut varier sensiblement d'une paire à l'autre. Toutefois, la désadaptation d'impédance causée dans la pratique peut ne pas réduire sensiblement la qualité de fonctionnement aux débits binaires inférieurs ou égaux à 2 Mbit/s. Aux débits binaires plus élevés, il convient de choisir méthodiquement les paires de câbles et une bonne conception technique est indispensable.

Normes d'installation et de maintenance

Les raccords et les terminaisons (têtes de câble) sont les éléments les plus importants à prendre en considération. Des câbles souterrains comportent généralement un raccord tous les 200 m environ. Les installations extérieures étant censées prendre en charge divers types de services, leur qualité et leur fiabilité doivent être très élevées. Il a été constaté maintes fois qu'une paire qui donne une qualité de fonctionnement plutôt satisfaisante en téléphonie fonctionne de manière peu satisfaisante à des débits binaires élevés, ce qui se traduit par un ralentissement important du transfert des

données et, parfois, une interruption pure et simple du service. Cela est dû dans la plupart des cas à la présence de paires torsadées et de raccords à vis.

La méthode normalisée de raccordement des conducteurs et des têtes de câble utilise la technologie connexion par déplacement de l'isolant (IDC, *insulation displacement connection*). Des connecteurs IDC indépendants ainsi que 20 à 25 connecteurs modulaires pour paires sont utilisés pour le raccordement du câble souterrain. De même, des modules IDC sont utilisés pour fixer les têtes de câble dans le répartiteur principal (MDF), les armoires et les boîtiers au niveau des points de distribution. Dans les réseaux que l'on se propose d'utiliser non seulement pour des services téléphoniques mais aussi pour des applications à des débits binaires élevés, il est vivement recommandé de remplacer tous les raccords pour conducteurs à paires torsadées et les raccords à vis par des connecteurs IDC.

Les câbles souterrains étant généralement posés à une profondeur d'environ 1 m, des opérations de maintenance fréquentes sur ces câbles se révèlent extrêmement onéreuses. Les points faibles de ces câbles sont les raccords, dans lesquels toute absorption d'humidité peut entraîner une dégradation sensible de la qualité de fonctionnement, en particulier aux fréquences élevées. Le type de fermeture de raccord le plus couramment utilisé est le manchon thermorétractable. Il assure une fermeture étanche s'il est mis en place avec soin. Il a pour inconvénient de nécessiter une source de chaleur, généralement un chalumeau, dont l'utilisation, notamment dans les trous d'homme, exige d'extrêmes précautions.

Lorsque l'on se propose d'utiliser un réseau métallique existant pour transmettre des signaux à des débits binaires élevés, il convient de supprimer de ce réseau certains des éléments qui y avaient été mis en place antérieurement en vue d'améliorer la qualité de la parole (les bobines de charge, par exemple) ou dans un souci de plus grande adaptabilité (les dérivations d'attente, par exemple).

La maintenance préventive, qui fait appel à des systèmes de gestion de réseau (NMS, *network management systems*) à distance ou centralisés, revêt une grande importance. La maintenance périodique des terminaisons des installations extérieures telles que armoires et points de distribution est absolument essentielle.

Appendice IV

L'expérience du Brésil

IV.1 Introduction

La majeure partie du réseau d'accès qu'utilisent les systèmes de télécommunication qui existent à ce jour est encore structurée autour des réseaux métalliques. Ces réseaux métalliques, qui étaient prévus au départ pour la transmission de signaux téléphoniques ordinaires, se caractérisent par une ligne de transmission à bande étroite, des affaiblissements et des brouillages, tous facteurs qui en limitent la portée maximale en l'absence d'un régénérateur au-delà de quelques kilomètres.

Certains facteurs engendrés par les réseaux métalliques doivent être compensés de manière précise aux fins de la transmission du signal numérique à des débits élevés, même s'ils n'ont pas d'incidence sur la bande vocale. Outre la distance à respecter entre l'abonné et le centre de commutation, la présence de dérivations d'attente et de conducteurs de différents diamètres affecte les caractéristiques de transmission du câble.

Le développement de l'intégration à grande échelle des composants électroniques, ainsi que l'amélioration des techniques de traitement des signaux numériques ont rendu possible de nouvelles techniques de transmission à haut débit sur paires métalliques symétriques.

Ces nouvelles technologies ouvrent de nouvelles perspectives pour les applications des réseaux métalliques. L'utilisation conjuguée de réseaux optiques et métalliques est désormais possible grâce à une architecture mixte permettant de fournir des services dans une certaine largeur de bande, et cela jusqu'à ce que la mise en place de réseaux à fibres optiques devienne financièrement plus abordable. Il convient de considérer ces techniques comme la solution et/ou la technologie de transition qui rendront les services existants plus économiques et favoriseront l'offre de nouveaux services, que seule l'implémentation du réseau optique rendra possibles.

Le réseau à paires métalliques, utilisé jusqu'à présent pour transmettre des signaux vocaux, sera ainsi appelé à devenir une ligne de transmission à large bande, par laquelle les signaux seront transmis à des débits binaires élevés. C'est pourquoi il convient de caractériser et d'évaluer le réseau à paires métalliques, de manière qu'il prenne en charge de nouveaux services associés à ces débits binaires élevés.

IV.2 Caractéristiques de la boucle locale

IV.2.1 Résistance ohmique de la liaison

La résistance ohmique maximale d'une liaison dans un réseau à paires métalliques à retenir pour des systèmes HDSL doit être de 700 Ω , pour un fil de 0,40 mm de diamètre.

Pour des systèmes ADSL, la résistance ohmique maximale d'une liaison dans un réseau à paires métalliques doit respecter les limites indiquées dans le Tableau IV.1, pour des fils de 0,40 mm de diamètre et selon la classe de transport choisie (2M-1: 6 Mbit/s, 2M-2: 4 Mbit/s, 2M-3: 2 Mbit/s). La classification des classes de transport 2M-1, 2M-2 et 2M-3 tient compte également du bruit présent dans la ligne de transmission. Le modèle de bruit "A" se caractérise par l'absence de bruit HDB3, alors que ce bruit est présent dans le modèle de bruit "B".

Tableau IV.1/L.19 – Valeurs types de la résistance ohmique maximale de la liaison acceptable dans des systèmes ADSL

Classe de transport	Résistance ohmique de la liaison [Ω]
2M-1 (A)	800
2M-1 (B)	490
2M-2 (A)	920
2M-2 (B)	590
2M-3 (A)	960
2M-3 (B)	685

Etant donné que la résistance ohmique type d'une liaison dans un réseau à paires métalliques de 0,40 mm de diamètre est de 280 Ω /km avec un isolant polyéthylène (PE), la portée type est indiquée dans le Tableau IV.2.

Tableau IV.2/L.19 – Portée type des systèmes HDSL et ADSL compte tenu de la résistance ohmique maximale acceptable de la liaison

Systèmes	Portée type [km]
HDSL	2,50
ADSL – 2M-1 (A)	2,86
ADSL – 2M-1 (B)	1,75
ADSL – 2M-2 (A)	3,29
ADSL – 2M-2 (B)	2,11
ADSL – 2M-3 (A)	3,43
ADSL – 2M-3 (B)	2,45

La résistance ohmique maximale d'une liaison dans un réseau à paires métalliques pour l'accès de base au RNIS doit être de 1300 Ω , pour un fil de 0,40 mm de diamètre.

Etant donné que la résistance ohmique type d'une liaison dans un réseau à paires métalliques de 0,40 mm de diamètre au Brésil est de 280 Ω /km avec un isolant polyéthylène (PE), la portée type sera d'environ 4,65 km.

Le Tableau IV.3 indique les valeurs types de résistance électrique des conducteurs, à une température de 20° C, utilisées dans les réseaux brésiliens, avec un isolant de polyéthylène (PE) pour des fils de 0,40 et 0,50 mm de diamètre et avec un isolant PVC et un isolant papier pour des fils de 26 AWG (*American wire gauge*) de diamètre.

Tableau IV.3/L.19 – Valeurs types de résistance électrique d'une paire de conducteurs

Fréquence [kHz]	Résistance [Ω /km]			
	Polyéthylène 0,40 mm	Polyéthylène 0,50 mm	PVC 26 AWG	Papier 26 AWG
2,5	280,00	179,02	270,11	270,35
10	280,01	179,24	270,85	270,91
20	280,11	179,97	272,85	272,59
30	281,00	181,16	273,83	273,77
40	281,75	182,79	274,46	274,95
50	282,75	184,82	276,46	277,38
100	290,43	199,61	284,90	286,20
150	302,07	218,72	296,64	298,94
200	316,39	239,13	312,31	315,97
300	349,17	279,17	347,30	353,76
500	417,43	350,24	425,61	437,60
700	481,18	410,91	499,69	515,79
1000	566,52	488,86	596,58	617,34

IV.2.2 Affaiblissement d'insertion

L'affaiblissement d'insertion maximal acceptable pour les systèmes HDSL est de 30 dB à 150 kHz.

L'affaiblissement d'insertion maximal acceptable pour un réseau à paires métalliques à retenir dans le système ADSL à 300 kHz, est indiqué dans le Tableau IV.4, selon la classe de transport choisie.

Tableau IV.4/L.19 – Affaiblissement d'insertion maximal acceptable dans les systèmes ADSL

Classe de transport	Affaiblissement d'insertion maximal [dB]
2M-1 (A)	41
2M-1 (B)	25
2M-2 (A)	47
2M-2 (B)	30
2M-3 (A)	49
2M-3 (B)	35

L'affaiblissement d'insertion maximal acceptable pour l'accès de base au RNIS est de 42 dB à 40 kHz.

A 40 kHz, débit correspondant à la fréquence d'essai ou de référence pour l'accès de base au RNIS, l'affaiblissement et les portées types sont indiqués dans le Tableau IV.5.

Tableau IV.5/L.19 – Comparaison entre l'affaiblissement d'insertion et la portée type de paires métalliques pour l'accès de base au RNIS

Diamètre [mm]	Affaiblissement type [dB/km]	Portée type [km]
0,30	10,4	4,04
0,40	9,0	4,67
0,50	6,2	6,77
0,65	4,0	10,5
0,90	2,3	18,3

Les portées types indiquées dans le Tableau IV.5 s'appliquent à une ligne de transmission sans dérivations d'attente, d'un diamètre constant et dépourvue de tout autre système de connexion. L'affaiblissement est dû uniquement aux supports de transmission.

IV.2.3 Affaiblissement d'adaptation

L'affaiblissement d'adaptation associé à la terminaison de 135 Ω , à 150 kHz, devrait être au moins de 16 dB pour les systèmes RNIS.

Les publications suivantes indiquent les valeurs d'affaiblissement d'adaptation en fonction de la fréquence:

- *Transmission and Multiplexing (TM), High-Bit-rate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission system on metallic local lines; HDSL core specification and applications for 2048 kbit/s based access digital sections including HDSL dual-duplex Carrierless Amplitude Phase Modulation (CAP) based system* (Rapport technique de l'ETSI, 1995).
- *ISDN Basic Access Digital Subscriber Lines* (référence technique TR-TSY-000393 de Bellcore).

- *Integrated Services Digital Network (ISDN) – Basic Interface for Use on Metallic Loops for Application at the Network Side of NT, Layer 1 Specification* (T1.601 de l'ANSI, 1998).

IV.2.4 Taux d'erreur sur les bits (BER)

Le taux d'erreur sur les bits (BER, *bit error rate*) acceptable dans les systèmes HDSL, ADSL et dans les systèmes d'accès de base au RNIS doit être inférieur ou égal à 10^{-7} .

Dans une ligne de transmission, le bruit impulsif et le couplage électromagnétique non désiré sont à l'origine d'erreurs sur les bits au cours de la transmission de données.

IV.2.5 Déséquilibre

Pour les systèmes HDSL, le déséquilibre d'une paire métallique utilisée pour des essais doit être supérieur à 42,5 dB à 150 kHz, avec une diminution de 5 dB/décade à mesure que la fréquence augmente.

Pour les systèmes ADSL, le déséquilibre d'une paire métallique utilisée pour des essais doit être supérieur à 40 dB aux fréquences comprises entre 20 et 1100 kHz; il doit être supérieur à 60 dB jusqu'à 4 kHz et supérieur à 55 dB entre 4 et 160 kHz pour l'accès de base au RNIS.

IV.2.6 Paradiaphonie

Pour les systèmes HDSL, la paradiaphonie (NEXT) doit respecter les limites indiquées dans le Tableau IV.6, à 150 kHz, en fonction du nombre de signaux perturbateurs par faisceau de 50 paires.

Tableau IV.6/L.19 – Affaiblissement paradiaphonique acceptable

Nombre de signaux perturbateurs	Affaiblissement minimal [dB]
1	63
10	60
49	54

L'affaiblissement paradiaphonique (NEXT) pour l'accès de base au RNIS doit respecter les limites indiquées dans le Tableau IV.7 à 40 kHz, en fonction du nombre de signaux perturbateurs par faisceau de 50 paires.

Tableau IV.7/L.19 – Affaiblissement paradiaphonique acceptable

Nombre de signaux perturbateurs	Affaiblissement minimal [dB]
1	72
10	67
49	63

IV.2.7 Nombre de paires pour systèmes HDSL, ADSL et pour l'accès de base au RNIS dans le même câble

L'utilisation de paires métalliques pour systèmes HDSL, ADSL et pour l'accès de base au RNIS dans un câble ou un faisceau de câble est principalement déterminée par les conditions du couplage électromagnétique auxquelles ces paires sont soumises, du déséquilibre de résistance et de capacité, des sources et du bruit électromagnétiques externes, de l'isolant, du blindage et du nombre de paires dans le même câble.

Le couplage électromagnétique et le bruit global sont classés dans la catégorie des facteurs de dégradation aléatoires. Ils ne peuvent donc pas être prévus ni classés dans la catégorie des facteurs systématiques. Cela tient à la difficulté de déterminer le nombre de paires à prévoir à l'intérieur du même câble pour un système xDSL et pour l'accès de base au RNIS.

IV.2.8 Systèmes de connexion de paires métalliques

Aucun élément faisant partie intégrante des systèmes de connexion d'un réseau métallique ne doit perturber les caractéristiques de transmission des signaux HDSL, ADSL et des signaux d'accès de base au RNIS dans ce réseau.

L'impédance caractéristique des connexions d'un réseau métallique ne doit pas modifier l'impédance caractéristique de la paire métallique ni, par voie de conséquence, accroître l'affaiblissement d'adaptation dû aux réflexions.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication