UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T I.432.5

(06/97)

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

SÉRIE I: RÉSEAU NUMÉRIQUE À INTÉGRATION DE SERVICES

Interfaces usager-réseau RNIS – Recommandations relatives à la couche 1

Interface usager-réseau du RNIS à large bande – spécification de la couche Physique: exploitation à 25 600 kbit/s

Recommandation UIT-T I.432.5

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE I

RÉSEAU NUMÉRIQUE À INTÉGRATION DE SERVICES

STRUCTURE GÉNÉRALE	I.100–I.199
Terminologie	I.110–I.119
Description du RNIS	I.120–I.129
Méthodes générales de modélisation	I.130–I.139
Attributs des réseaux et des services de télécommunication	I.140–I.149
Description générale du mode de transfert asynchrone	I.150–I.199
CAPACITÉS DE SERVICE	I.200–I.299
Aperçu général	I.200–I.209
Aspects généraux des services du RNIS	I.210–I.219
Aspects communs des services du RNIS	I.220–I.229
Services supports assurés par un RNIS	I.230–I.239
Téléservices assurés par un RNIS	I.240–I.249
Services complémentaires dans un RNIS	I.250–I.299
ASPECTS GÉNÉRAUX ET FONCTIONS GLOBALES DU RÉSEAU	I.300–I.399
Principes fonctionnels du réseau	I.310–I.319
Modèles de référence	I.320–I.329
Numérotage, adressage et acheminement	I.330–I.339
Types de connexion	I.340–I.349
Objectifs de performance	I.350–I.359
Caractéristiques des couches protocolaires	I.360–I.369
Fonctions et caractéristiques générales du réseau	I.370–I.399
INTERFACES USAGER-RÉSEAU RNIS	I.400–I.499
Application des Recommandations de la série I aux interfaces usager-réseau RNIS	I.420–I.429
Recommandations relatives à la couche 1	**I.430–I.439**
Recommandations relatives à la couche 2	I.440–I.449
Recommandations relatives à la couche 3	I.450–I.459
Multiplexage, adaptation de débit et support d'interfaces existantes	I.460–I.469
Aspects du RNIS affectant les caractéristiques des terminaux	I.470–I.499
INTERFACES ENTRE RÉSEAUX	I.500–I.599
PRINCIPES DE MAINTENANCE	I.600–I.699
ASPECTS ÉQUIPEMENTS DU RNIS-LB	I.700–I.799
Equipements ATM	I.730–I.749
Gestion des équipements ATM	I.750–I.799

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

RECOMMANDATION UIT-T I.432.5

INTERFACE USAGER-RESEAU DU RNIS A LARGE BANDE – SPECIFICATION DE LA COUCHE PHYSIQUE: EXPLOITATION A 25 600 kbit/s

Résumé

La présente Recommandation porte sur les caractéristiques de la couche Physique pour le transport de cellules ATM (ATM, *asynchronous transfer mode*) (mode de transfert asynchrone) à un débit nominal de 25 600 kbit/s sur des câbles à paires torsadées non blindés (UTP, *unshielded twisted pair*) de 100 ohms et sur des câbles à paires torsadées blindés (STP, *shielded twisted pair*) de 120 et 150 ohms au point de référence S_{LB} de l'interface usager-réseau (UNI, *user network interface*) du RNIS à large bande. La distance maximale est d'environ 100 m. La présente Recommandation peut être utilisée pour tirer parti du câblage existant des bâtiments.

La fonctionnalité est présentée pour la sous-couche dépendant du support physique (PDM, *physical media dependent*) et pour la sous-couche de convergence de transmission (TC, *transmission convergence*), qui utilisent un format basé cellules.

La présente Recommandation, qui constitue l'une des parties de la série de Recommandations I.432, contient plusieurs renvois à la Recommandation I.432.1 [3] relative aux caractéristiques générales et à la Recommandation I.432.2 [4] sur les aspects concernant la sous-couche de convergence de transmission.

Source

La Recommandation UIT-T I.432.5, élaborée par la Commission d'études 13 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 20 juin 1997 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études 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 n° 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs de la technologie 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.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait/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 1997

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Introduction	1
1.1	Domaine d'application	1
1.2	Configuration de référence	1
2	Caractéristiques du support physique au point de référence S_{LB} pour l'interface de la couche Physique à 25 600 kbit/s	2
2.1	Caractéristiques de la liaison de transmission	2
2.1.1	Débit de ligne et débit	2
2.1.2	Symétrie des débits	2
2.1.3	Taux d'erreur sur les bits (BER)	2
2.1.4	Rythme de la liaison de transmission	2
2.1.5	Configurations de rythme libre (sans asservissement)	2
2.2	Caractéristiques de l'émetteur	4
2.2.1	Distorsion de passage à zéro de l'émetteur	5
2.2.2	Signaux d'émission	5
2.2.3	Amplitude de lancement de l'émetteur	10
2.2.4	Affaiblissement d'adaptation de l'émetteur	10
2.3	Caractéristiques du récepteur	11
2.3.1	Temps d'acquisition du récepteur	11
2.3.2	Affaiblissement d'adaptation du récepteur	11
2.4	Caractéristiques du segment de liaison métallique	11
2.4.1	Segment de liaison de 100 ohms	11
2.4.2	Segment de liaison à 120 ohms	14
2.4.3	Segment de liaison à 150 ohms	15
3	Fonctions assurées par la sous-couche de convergence de transmission (TC)	17
3.1	Embrouillage et désembrouillage des cellules	18
3.1.1	Séquence du générateur PRNG	20
3.2	Codage et décodage de bloc 4B5B	20
3.2.1	Structure de code au niveau des paires de symboles	21
3.2.2	Cadrage des cellules	22
3.2.3	Mise en œuvre d'un signal de rythme	22
3.3	Codage et décodage NRZI	23
3.4	Génération et vérification du contrôle HEC	24
4	Références normatives	25
5	Bibliographie	25

Page

6 Définitions 25

7 Abréviations 25

Recommandation I.432.5

INTERFACE USAGER-RESEAU DU RNIS A LARGE BANDE – SPECIFICATION DE LA COUCHE PHYSIQUE: EXPLOITATION A 25 600 kbit/s

(Genève, 1997)

1 Introduction

1.1 Domaine d'application

La présente Recommandation porte sur les caractéristiques de la couche Physique pour le transport de cellules ATM (ATM, *asynchronous transfer mode*) (mode de transfert asynchrone) à un débit nominal de 25 600 kbit/s sur des câbles à paires torsadées non blindés (UTP, *unshielded twisted pair*) de 100 ohms et sur des câbles à paires torsadées blindés (STP, *shielded twisted pair*) de 120 et 150 ohms au point de référence S_{LB} de l'interface usager-réseau (UNI, *user network interface*) du RNIS à large bande. La distance maximale est d'environ 100 m. La présente Recommandation peut être utilisée pour tirer parti du câblage existant des bâtiments.

La fonctionnalité de la couche Physique est subdivisée en une sous-couche dépendant du support physique (PMD, *physical media dependent*) et en une sous-couche de convergence de transmission (TC, *transmission convergence*). La sous-couche PMD donne les définitions de l'émetteur, du récepteur, de la récupération du rythme, du connecteur d'interface support et du support de transmission. La sous-couche TC définit le codage en ligne, l'embrouillage, le verrouillage de trame des données et la synchronisation (voir le Tableau 1).

Tableau 1/I.432.5 – Fonctions des sous-couches TC et PMD

sous-couche de convergence de transmission (TC)	génération/vérification HEC (HEC, *header error control*) (contrôle d'erreur d'en-tête) embrouillage/désembrouillage des cellules codage/décodage en ligne cadrage des cellules découplage du débit cellulaire
sous-couche dépendant du support physique (PMD)	rythme binaire support physique connecteurs

Le terme "débit", utilisé d'un bout à l'autre de la présente Recommandation désigne le débit d'information logique, avant le codage en ligne. Le terme "rapidité de modulation" (débit des symboles) en ligne désignera le débit après codage en ligne (le débit de 25 600 kbit/s donne une rapidité de modulation en ligne de 32 MBd après codage 4B5B).

1.2 Configuration de référence

Le point de référence S_{LB} de l'accès d'abonné au RNIS à large bande est défini dans les Recommandations I.413 [2], I.414 [6] et I.432.1[3].

2 Caractéristiques du support physique au point de référence S_{LB} pour l'interface de la couche Physique à 25 600 kbit/s

2.1 Caractéristiques de la liaison de transmission

2.1.1 Débit de ligne et débit

La rapidité de modulation en ligne nominale est de 32 MBd. En raison de l'utilisation du code de bloc 4B5B, le débit est de 25 600 kbit/s.

L'émetteur côté abonné doit utiliser une horloge d'émission non asservie fonctionnant au débit nominal avec une marge de tolérance de ± 100 ppm.

2.1.2 Symétrie des débits

Les interfaces sont symétriques, c'est-à-dire que les débits sont les mêmes dans les deux sens (émission et réception).

2.1.3 Taux d'erreur sur les bits (BER)

L'interface d'entrée active doit fonctionner à un taux d'erreur sur les bits (BER, *bit error ratio*) n'excédant pas 10^{-10} pour un émetteur du type décrit au 2.2 et dont les émissions passent par le modèle de référence de canal décrit au 2.4 en présence du niveau de bruit diaphonique le plus défavorable indiqué au 2.4.

Le BER est normalement mesuré hors service. Des mesures en service utilisant différents paramètres – erreurs sur les blocs, erreurs sur les blocs en arrière-plan, etc. – sont à l'étude.

2.1.4 Rythme de la liaison de transmission

La Figure 1 indique les composants théoriques des sous-couches TC/PMD et la source de rythme.

Les sous-couches TC/PMD utilisent un oscillateur local à quartz ou une référence de rythme de gigue basse fréquence répartie acceptant un débit de transmission nominal de 25 600 kbit/s.

2.1.5 Configurations de rythme libre (sans asservissement)

Il est recommandé d'utiliser un rythme point à point avec une horloge d'émission indépendante à chaque extrémité de la liaison, comme indiqué à la Figure 2. Dans ces conditions, les modèles de formes d'impulsions présentés au 2.2.2 déterminent obligatoirement les formes d'impulsions acceptables à retenir pour toute liaison.

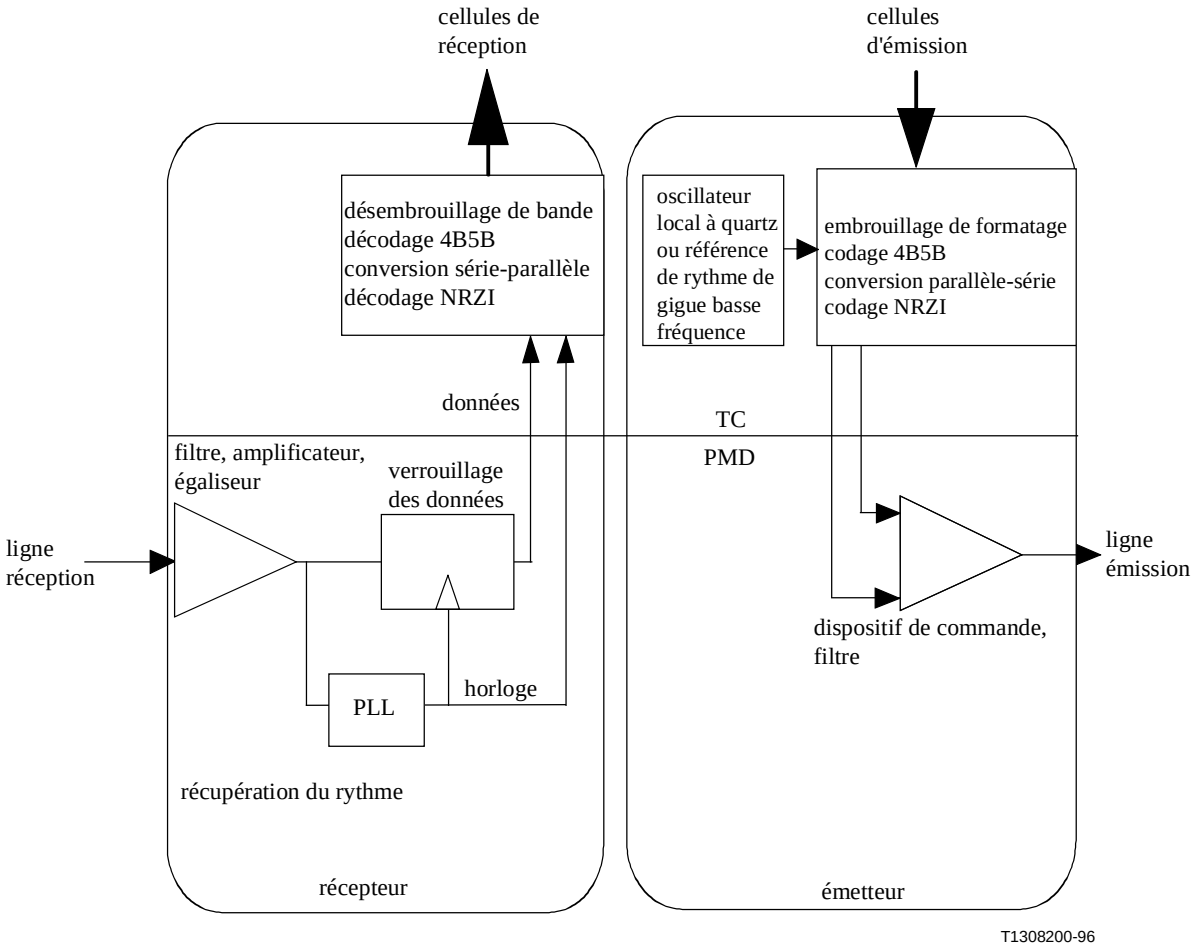

Figure 1/I.432.5 – Schéma représentant les composants types des sous-couches TC/PMD et le rythme de l'émetteur

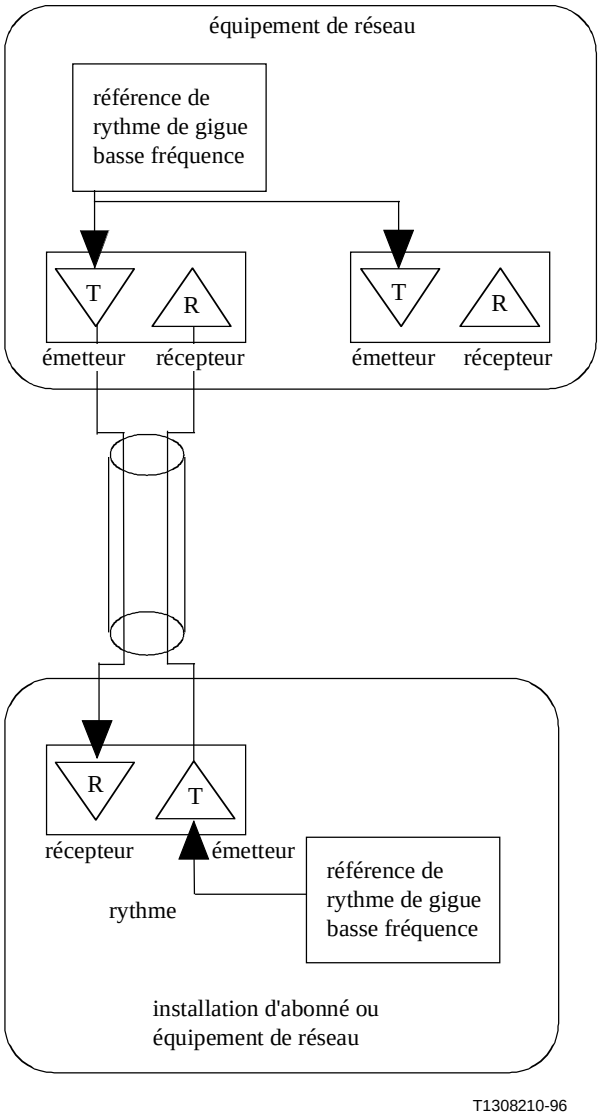

Figure 2/I.432.5 – Configurations de rythme d'installation d'abonné/d'équipement de réseau

2.2 Caractéristiques de l'émetteur

Les caractéristiques recommandées ici s'appliquent au signal d'émission. Pour les mesures à effectuer conformément aux paramètres considérés, il faudra pouvoir envoyer dans les circuits de l'émetteur des trains de données non embrouillés et non codés à la rapidité de modulation en ligne.

Pour toutes les mesures auxquelles il est soumis, l'émetteur doit produire une charge résistive de terminaison de 100 ohms pour les câbles UTP recommandés de 100 ohms.

L'émetteur doit produire une charge résistive de terminaison de 150 ohms pour les câbles STP recommandés de 150 ohms.

L'émetteur doit produire une charge résistive de terminaison de 120 ohms pour les câbles recommandés de 120 ohms.

A moins qu'ils ne soient repris sous une autre rubrique, les paramètres indiqués ci-dessous s'appliquent à toutes les mesures à 100, 120 et 150 ohms.

2.2.1 Distorsion de passage à zéro de l'émetteur

La distorsion de facteur d'utilisation est destinée à mesurer la distorsion statique non dépendante des données lors des passages à zéro en limite de données qu'occasionne généralement la propagation asymétrique ou les temps de montée/descente de la logique de l'émetteur ou lors de la conversion d'un train de données à une seule extrémité en un train de données différentiel. La gigue limite est destinée à mesurer la distorsion dynamique ou dépendante des données lors des passages à zéro en limite de données qu'occasionnent généralement le filtrage à l'émission ainsi que les bruits internes ou externes des circuits de l'émetteur.

2.2.1.1 Distorsion de facteur d'utilisation

La distorsion de facteur d'utilisation, qui s'applique au train de données émis spécifié ci-dessous, est définie comme correspondant à la moitié de la différence de largeur entre les impulsions positives et négatives du signal d'émission à couplage alternatif.

NOTE – Le signal spécifié ci-dessous, qui vise uniquement à mesurer l'amplitude de lancement, ne doit pas être assimilé à un signal observable dans les conditions normales d'exploitation de la couche Physique.

La distorsion de facteur d'utilisation de l'émetteur (TDCD, *transmitter duty cycle distortion*) maximale doit être inférieure à 1,5 ns lorsque le signal de sortie est synchronisé par une source de signaux d'horloge locale.

Deux signaux d'essai (éléments de symbole à la rapidité de modulation en ligne) sont définis, à savoir: 00110011 ..., et 01010101 .... Il ne s'agit que de séquences d'essai qui ne peuvent être ni embrouillées ni codées.

2.2.1.2 Gigue limite

La gigue limite s'applique à tout signal conforme aux modalités d'embrouillage et de codage recommandées dans le paragraphe 3. On la définit comme étant égale à la variation de crête maximale des fronts montants des données par rapport à l'horloge d'émission et des fronts descendants des données par rapport à cette même horloge.

La gigue limite à l'émission (TEJ, *transmitter edge jitter*) doit être inférieure à 4 ns crête à crête lorsque le signal de sortie est synchronisé par une source de signaux d'horloge locale.

2.2.2 Signaux d'émission

Le signal d'émission doit être conforme aux modèles de signaux définis dans les Tableaux 2 à 6 ci-dessous. Autre contrainte imposée: dans le cas le plus défavorable, la fréquence angulaire de 3 dB de la sortie de l'émetteur doit être inférieure ou égale à 12 kHz.

Les Figures 3 à 7 et les Tableaux 2 à 6 correspondants répertorient et représentent les points de données qui définissent les modèles d'impulsions.

NOTE – L'amplitude est exprimée par la mesure de la hauteur d'impulsion normalisée telle que la valeur 1 sur chaque graphique correspond à l'amplitude de la fréquence fondamentale pour l'élément constitué d'un seul symbole. Le temps est exprimé en pourcentage de la largeur d'impulsion mesurée. Pour une rapidité de modulation en ligne de 32 MBd, la largeur nominale des symboles en ligne est de 31,25 nanosecondes (ainsi, par exemple, la durée nominale – correspondant au repère 100% – de l'élément à cinq symboles est de 156,25 nanosecondes).

Tableau 2/I.432.5 – Modèle pour le signal d'élément à 5 symboles

Point	Temps (%) – Courbe supérieure	Amplitude – Courbe supérieure	Temps (%) – Courbe inférieure	Amplitude – Courbe inférieure
A	–0,3	0	0,3	0
B	6,3	1,20	10,5	0,90
C	14	1,20	23,0	0,50
D	23	1,05	36,0	0,75
E	34	1,20	53,0	0,60
F	56	0,95	87,0	0,60
G	95	0,92	99,7	0
H	100,3	0	–	–

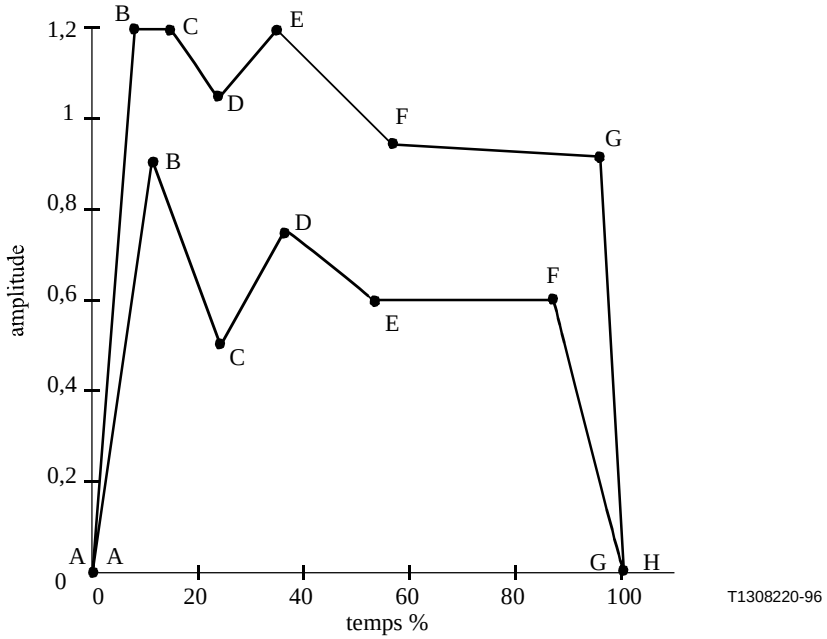

Figure 3/I.432.5 – Modèle d'impulsion pour le signal d'élément à cinq symboles du Tableau 2

Tableau 3/I.432.5 – Modèle pour le signal d'élément à 4 symboles

Point	Temps (%) – Courbe supérieure	Amplitude – Courbe supérieure	Temps (%) – Courbe inférieure	Amplitude – Courbe inférieure
A	–0,4	0	0,4	0
B	7,9	1,20	13,1	0,90
C	17	1,20	28,0	0,50
D	29	1,05	45,0	0,75

Tableau 3/I.432.5 – Modèle pour le signal d'élément à 4 symboles *(fin)*

Point	Temps (%) – Courbe supérieure	Amplitude – Courbe supérieure	Temps (%) – Courbe inférieure	Amplitude – Courbe inférieure
E	43	1,20	66,0	0,60
F	70	0,95	84,0	0,60
G	93,5	0,92	99,6	0
H	100,4	0	–	–

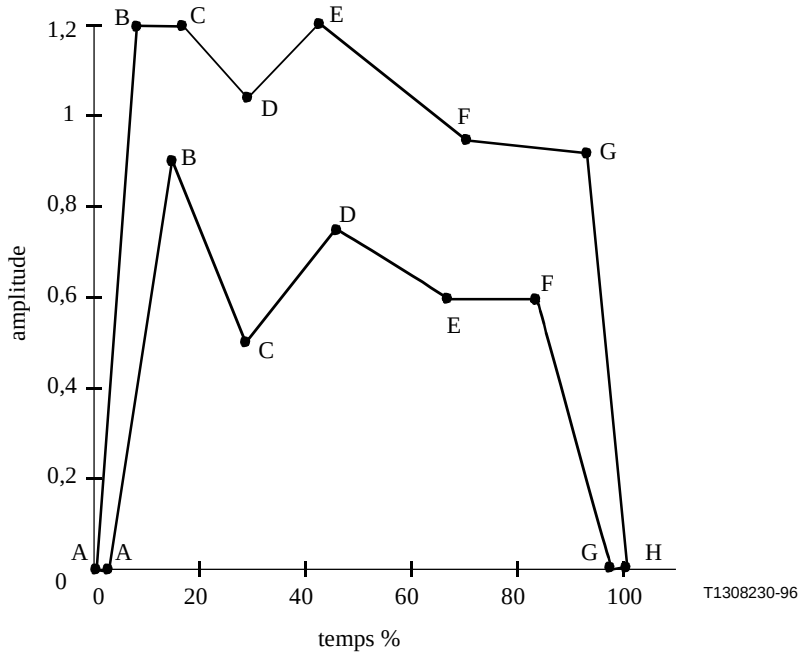

Figure 4/I.432.5 – Modèle d'impulsion pour le signal d'élément à quatre symboles du Tableau 3

Tableau 4/I.432.5 –Modèle pour le signal d'élément à 3 symboles

Point	Temps (%) – Courbe supérieure	Amplitude – Courbe supérieure	Temps (%) – Courbe inférieure	Amplitude – Courbe inférieure
A	–0,5	0	0,5	0
B	10,5	1,20	17,5	0,90
C	23,0	1,20	37,5	0,50
D	38,0	1,05	59,5	0,75
E	57,0	1,20	87,5	0,6
F	93,0	0,95	99,5	0
G	100,5	0	–	–

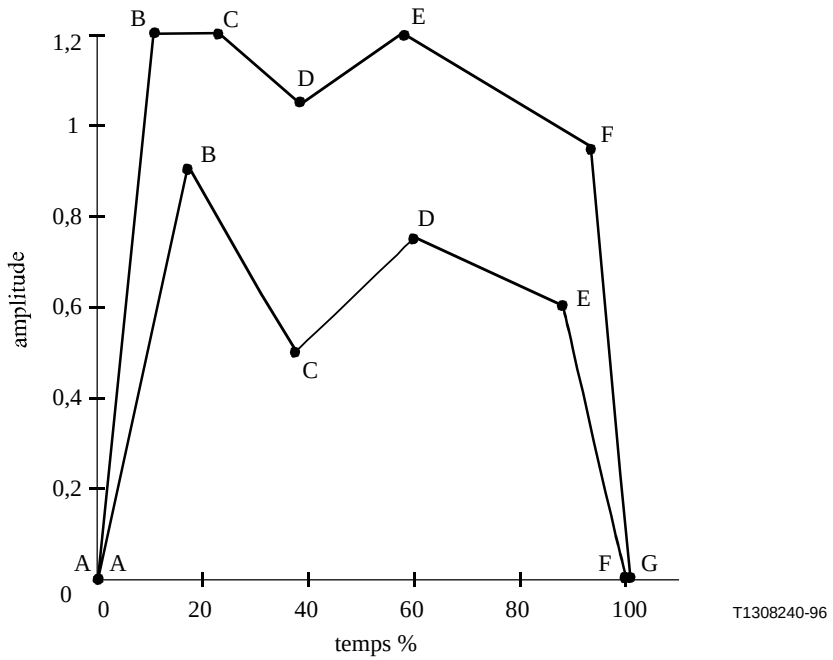

Figure 5/I.432.5 – Modèle d'impulsion pour le signal d'élément à trois symboles du Tableau 4

Tableau 5/I.432.5 – Modèle pour le signal d'élément à 2 symboles

Point	Temps (%) – Courbe supérieure	Amplitude – Courbe supérieure	Temps (%) – Courbe inférieure	Amplitude – Courbe inférieure
A	–1,0	0	1,0	0
B	15,5	1,20	26,0	0,90
C	34,5	1,20	57,0	0,50
D	56,5	1,05	81,5	0,65
E	85,0	1,20	99,0	0
F	101,0	0	–	–

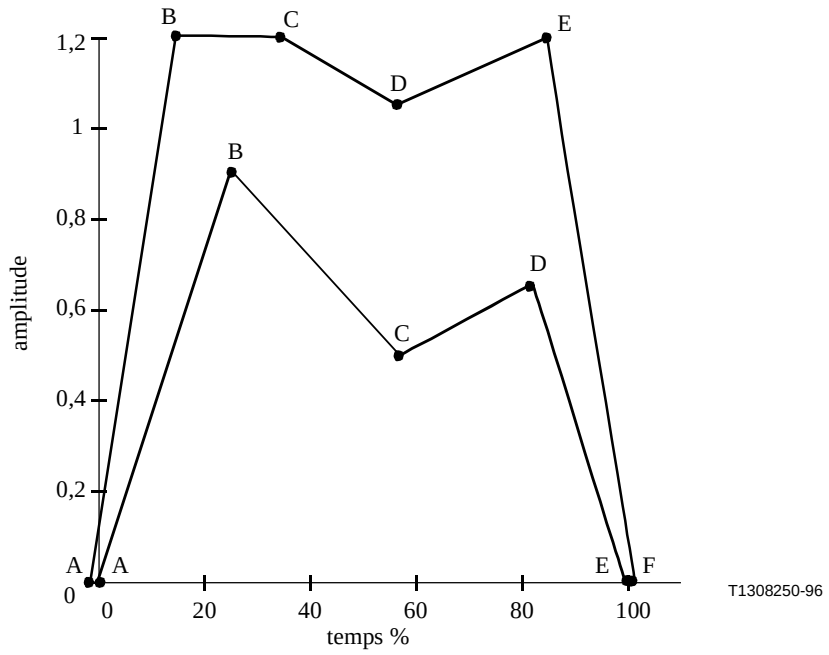

Figure 6/I.432.5 – Modèle d'impulsion pour le signal d'élément à deux symboles du Tableau 5

Tableau 6/I.432.5 – Modèle pour le signal d'élément à 1 symbole

Point	Temps (%) – Courbe supérieure	Amplitude – Courbe supérieure	Temps (%) – Courbe inférieure	Amplitude – Courbe inférieure
A	–1,5	0	1,5	0
B	23,5	0,83	26,0	0,55
C	48,5	1,15	51,5	0,95
D	80,0	0,86	77,5	0,52
E	101,5	0	98,5	0

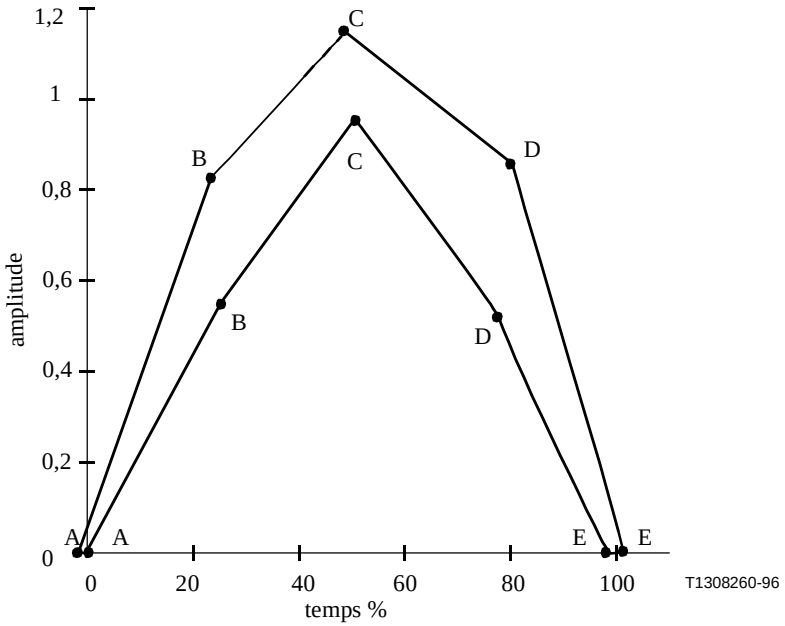

Figure 7/I.432.5 – Modèle d'impulsion pour le signal d'élément à un symbole du Tableau 6

2.2.3 Amplitude de lancement de l'émetteur

L'amplitude de lancement de l'émetteur (TLA, *transmitter launch amplitude*), qui s'applique au train de données émis indiqué ci-dessous, est définie comme l'amplitude crête à crête du signal d'émission.

L'amplitude de lancement de l'émetteur doit être comprise entre les valeurs indiquées ci-dessous. Le signal d'essai (éléments de symbole à la rapidité de modulation en ligne) est défini comme suit: 01010101 ….

- 100 ohms (UTP): 2,7 < TLA < 3,4 volts crête-à-crête
- 150 ohms (STP): 3,3 < TLA < 4,2 volts crête-à-crête
- 120 ohms: 2,95 < TLA < 3,75 volts crête-à-crête

2.2.4 Affaiblissement d'adaptation de l'émetteur

L'affaiblissement d'adaptation de l'émetteur (TRL, *transmitter return loss*) s'applique à un émetteur assurant la transmission d'un signal conforme aux caractéristiques d'embrouillage et de codage décrites au paragraphe 3.

L'affaiblissement d'adaptation de l'émetteur doit être supérieur aux valeurs indiquées dans le Tableau 7 pour toute la gamme des valeurs autorisées d'impédance caractéristique (selon le type de support).

Tableau 7/I.432.5 – Affaiblissement d'adaptation de l'émetteur

Gamme de fréquences	Affaiblissement d'adaptation
1-6 MHz	14 dB
6-17 MHz	12 dB
17-25 MHz	8 dB

2.3 Caractéristiques du récepteur

2.3.1 Temps d'acquisition du récepteur

Le récepteur doit parvenir au verrouillage de phase en présence d'un taux d'erreur sur les bits (BER) de moins de 10^{-10} avec un temps d'acquisition (RAT, *receiver acquisition time*) de moins de 50 ms à la réception d'un signal valide.

On entend par signal valide un signal qui provient d'un émetteur conforme aux dispositions du 2.2, embrouillé et codé comme indiqué au paragraphe 3 et qui a emprunté un canal conforme aux dispositions du 2.4.

2.3.2 Affaiblissement d'adaptation du récepteur

L'affaiblissement d'adaptation du récepteur (RRL, *receiver return loss*) doit être supérieur aux valeurs indiquées dans le Tableau 8 pour toute la gamme des valeurs autorisées d'impédance caractéristique (selon le type de support).

Tableau 8/I.432.5 – Affaiblissement d'adaptation du récepteur

Gamme de fréquences	Affaiblissement d'adaptation
1-17 MHz	15 dB
17-25 MHz	8 dB

2.4 Caractéristiques du segment de liaison métallique

Le segment de liaison métallique est constitué d'une ou de plusieurs sections de câble métallique à deux ou quatre paires torsadées, raccordées entre elles par des connecteurs intermédiaires et munies à chaque extrémité du connecteur de données électrique recommandé. Les sections de câbles sont interconnectées pour former deux trajets électriques continus connectés à la borne d'interface à chaque extrémité. Les caractéristiques de l'émetteur et du récepteur sont compatibles avec le support défini ci-dessous. Le segment de liaison est défini pour des systèmes en câbles à paires torsadées non blindées (UTP) de 100 ohms et des systèmes en câbles à paires torsadées blindées (STP) de 120 et 150 ohms.

2.4.1 Segment de liaison de 100 ohms

Le présent sous-paragraphe définit les caractéristiques de câblage et de connexion à respecter pour la mise en place d'un système en câble/de connecteurs de 100 ohms. Ces caractéristiques définissent les conditions minimales requises pour un système conforme et fonctionnel. Il convient de noter que, à condition que les composants de 100 ohms soient utilisés de manière adéquate, une spécification de câbles et de connecteurs non blindés de catégorie 3 permet l'utilisation facultative de composants de qualité supérieure (de catégorie 4 ou de catégorie 5, par exemple) et l'utilisation facultative d'armures (blindage) pour les câbles et les connecteurs.

2.4.1.1 Segment de liaison en câble à paires torsadées non blindés de 100 ohms

Les paramètres électriques qui importent en termes de qualité de fonctionnement de la liaison sont les suivants: affaiblissement, affaiblissement paradiaphonique (NEXT loss, *near-end crosstalk loss*), impédance caractéristique et affaiblissement d'adaptation structurel (SRL, *structural return loss*).

Tous les composants constituant un segment de liaison doivent présenter des caractéristiques égales ou supérieures à celles qui sont spécifiées pour la catégorie 3 dans la norme EIA/TIA 568A 95 [7] et dans l'ISO/CEI 11801:1995 [5].

L'affaiblissement composite sur le canal doit être égal ou supérieur aux caractéristiques limites d'affaiblissement de la catégorie 3 définies dans l'Annexe E de la norme EIA/TIA 568A 95 [7].

L'affaiblissement paradiaphonique composite sur le canal doit être égal ou supérieur aux caractéristiques limites d'affaiblissement paradiaphonique de la catégorie 3 définies dans l'Annexe E de la norme EIA/TIA 568A 95 [7].

2.4.1.2 Configuration du modèle de référence pour les systèmes en câbles UTP de 100 ohms

Le modèle de référence pour un système en câbles UTP de catégorie 3 est défini comme étant une liaison constituée de 90 mètres de câble UTP de catégorie 3, de 10 mètres de cordons souples de catégorie 3 et de quatre (4) connecteurs de catégorie 3 internes à la liaison.

2.4.1.3 Exemples de canaux conformes à un câble UTP de 100 ohms

Etant donné que les caractéristiques du segment de liaison en termes d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique découlent du rendement électrique du modèle de référence de canal, ce modèle définit une liaison conforme. En outre, des segments de liaison constitués au maximum de 90 mètres de câbles UTP de catégorie 3, de 10 mètres de cordons souples de catégorie 3 et de quatre (4) connecteurs de catégorie 3 internes à la liaison, sont des exemples de liaisons conformes.

Cependant, toute liaison installée constituée de composants de catégorie 3 et satisfaisant aux caractéristiques d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique spécifiées au 2.4.1.1 est acceptable.

Dans nombre de situations, il est également possible de trouver un compromis entre l'affaiblissement et l'affaiblissement paradiaphonique pour obtenir des liaisons susceptibles de différer de la topologie du modèle de référence de canal mais dont la qualité de transmission reste acceptable. Il existe un très grand nombre de compromis possibles, mais cette question n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

2.4.1.4 Affaiblissement des câbles UTP de 100 ohms

On entend par affaiblissement la perte de niveau d'un signal à mesure que ce signal se propage sur un support homogène tel qu'un câble ou un cordon.

Le câble constituant une liaison doit présenter des caractéristiques d'affaiblissement égales ou supérieures aux caractéristiques d'affaiblissement des câbles UTP horizontaux de catégorie 3 spécifiées dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] et au paragraphe 8 de l'ISO/CEI 11801:1995 [5].

Les filins entrant dans la composition des cordons souples et des câbles de connexion doivent présenter des caractéristiques d'affaiblissement égales ou supérieures à celles des cordons souples de catégorie 3 spécifiées dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7].

Généralement, les limites d'affaiblissement autorisées par longueur unitaire de filin sont de 20% supérieures aux limites autorisées pour les câbles horizontaux.

2.4.1.5 Affaiblissement paradiaphonique des câbles UTP de 100 ohms

On entend par affaiblissement paradiaphonique le degré de couplage du signal brouilleur entre des paires distinctes d'un câble multipaire. Il résulte du couplage capacitif et inductif parasite entre les divers conducteurs constituant le câble.

Le câble et les filins constituant une liaison doivent présenter des caractéristiques d'affaiblissement parasite égales ou supérieures à celles des câbles UTP horizontaux de catégorie 3 spécifiées dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] et au paragraphe 8 de l'ISO/CEI 11801:1995 [5].

2.4.1.6 Impédance caractéristique et affaiblissement d'adaptation structurel

L'impédance caractéristique est le rapport tension/courant d'une onde se propageant dans une direction sur une ligne de transmission uniforme. Lorsqu'une ligne de transmission n'est pas entièrement uniforme dans sa structure, l'impédance caractéristique peut présenter de légères variations en fonction de la longueur. Cette variation est exprimée par une grandeur définie comme étant l'affaiblissement d'adaptation structurel (SRL, *structural return loss*). Cette grandeur mesure l'écart de l'impédance caractéristique par rapport à une valeur nominale sur une ligne de transmission non parfaitement homogène.

L'impédance caractéristique et l'affaiblissement d'adaptation structurel des câbles et des cordons constituant une liaison doivent être conformes aux caractéristiques des câbles de 100 ohms de catégorie 3 spécifiées dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] et au paragraphe 8 de l'ISO/CEI 11801:1995 [5].

2.4.1.7 Matériel de connexion à 100 ohms

Le rendement électrique du matériel de connexion peut avoir une incidence déterminante sur la qualité de fonctionnement globale d'un canal de transmission. Généralement, les paramètres électriques spécifiés pour le matériel de connexion sont l'affaiblissement, l'affaiblissement paradiaphonique et l'affaiblissement d'adaptation.

L'ensemble du matériel de connexion utilisé dans le canal PMD considéré ici (prises, connecteurs de transition, tableaux de connexion et champs d'interconnexion) doit présenter des caractéristiques d'affaiblissement, d'affaiblissement paradiaphonique et d'affaiblissement d'adaptation égales ou supérieures à celles des câbles de catégorie 3 spécifiées dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] et au paragraphe 9 de l'ISO/CEI 11801:1995 [5].

Toutes les mesures effectuées sur le matériel de connexion doivent être menées selon les procédures décrites dans l'Annexe B de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] et dans l'Annexe A.2 de l'ISO/CEI 11801:1995 [5]. Ces prescriptions s'appliquent à tous les connecteurs UTP individuels, y compris les tableaux de connexion, les connecteurs de transition, les champs d'interconnexion et les prises de télécommunication.

Pour le raccordement des connecteurs et des câbles UTP, il convient de procéder comme indiqué dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7].

2.4.1.8 Connecteur d'interface support de câble UTP

Chaque extrémité d'un segment de liaison en câble UTP de catégorie 3 doit être muni d'un connecteur d'interface support du type spécifié dans la norme CEI 603-7 [8] (communément dénommée RJ-45). Ce connecteur est constitué d'un bloc fonctionnel prise femelle/fiche à 8 contacts qui doivent être connectés comme indiqué au 2.4.1.7.

Pour la mise en place du câble, il convient de connecter les contacts correspondants des fiches à l'une ou l'autre extrémité de la liaison (c'est-à-dire à la broche 1, à la broche 2, etc.).

Cette manière de procéder permet d'assurer un parfait alignement du câble (sans points de croisement) et de maintenir la polarité de l'ensemble.

Le connecteur d'interface support (MIC) du câble à paires torsadées non blindées (UTP) doit être une embase femelle à 8 contacts du type spécifié dans la norme CEI 603-7 [8], solidaire de l'installation d'abonné ATM et de l'équipement de réseau ATM.

L'affectation des contacts de l'embase femelle du connecteur MIC du câble UTP doit être effectuée comme indiqué dans le Tableau 9.

Tableau 9/I.432.5 – Affectation des contacts de l'embase femelle du connecteur MIC du câble UTP

Contact	Signal au niveau de l'installation d'abonné ATM	Signal au niveau de l'équipement de réseau ATM
1	émission +	réception +
2	émission –	réception –
3	non utilisé	non utilisé
4	non utilisé	non utilisé
5	non utilisé	non utilisé
6	non utilisé	non utilisé
7	réception +	émission +
8	réception –	émission –

2.4.2 Segment de liaison à 120 ohms

Le présent sous-paragraphe définit les caractéristiques de câblage et de connexion à respecter pour la mise en place d'un système de câbles/de connecteurs de 120 ohms. Ces caractéristiques définissent les conditions minimales requises pour un système conforme et fonctionnel. Il convient de noter que, à condition que les composants de 120 ohms soient utilisés de manière adéquate, une spécification de câbles et de connecteurs non blindés de catégorie 4 permet l'utilisation facultative de composants de qualité supérieure (de catégorie 5, par exemple) ainsi que l'utilisation facultative d'armures (blindage) de câbles et/ou de connecteurs.

NOTE – Par conséquent, les systèmes en câble à paires torsadées à lames métalliques, communément dénommés "FTP" (*foiled twisted pair*), constitués de paires torsadées blindées de catégorie 5 de 120 ohms, sont généralement compatibles avec les prescriptions du présent sous-paragraphe.

Le système en câble de 120 ohms connecte l'émetteur situé à une extrémité du segment de liaison au récepteur situé à l'autre extrémité de ce même segment de liaison. Le système en câble est constitué d'une ou de plusieurs sections de câbles à paires torsadées contenant deux paires métalliques, ainsi que les connecteurs intermédiaires nécessaires pour connecter les sections entre elles. Le connecteur d'interface support vient prendre place aux extrémités du câblage fixe. Le câble est interconnecté pour assurer deux trajets électriques continus entre les émetteurs et les récepteurs aux points d'extrémité.

2.4.2.1 Segment de liaison à 120 ohms

Le présent sous-paragraphe définit les caractéristiques du segment de liaison pour une liaison à 120 ohms utilisant le câble de catégorie 4 de 120 ohms spécifié dans l'ISO/CEI 11801: 1995 [5] conforme aux caractéristiques de fonctionnement de ce système. Bien qu'étant indépendantes du type de câble, les caractéristiques de liaison de canal ont été définies d'après les caractéristiques d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique des câbles de catégorie 4. La longueur maximale admissible du système en câble variera selon la qualité du câble et du ou des cordons de connexion.

L'affaiblissement composite de canal pour une liaison de 120 ohms doit satisfaire aux caractéristiques limites d'affaiblissement définies dans l'Annexe E de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] pour les câbles de la catégorie 4.

L'affaiblissement paradiaphonique composite de canal pour une liaison de 120 ohms doit satisfaire aux caractéristiques limites d'affaiblissement paradiaphonique définies dans l'Annexe E de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] pour les câbles de la catégorie 4.

Dans ces conditions, aussi bien l'impédance caractéristique que l'affaiblissement SRL des câbles et des cordons constituant une liaison doivent satisfaire aux caractéristiques des câbles de 120 ohms de catégorie 4 spécifiées dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] et au paragraphe 8 de l'ISO/CEI 11801:1995 [5].

2.4.2.2 Configuration du modèle de référence pour les systèmes à 120 ohms

Un système en câble type comporte un câble fixe aboutissant au connecteur d'interface support et des câbles de liaison aux deux extrémités. L'affaiblissement maximal généralement autorisé par longueur unitaire d'un câble de liaison est de 150% de celui du câble fixe. Pour plus de précisions, voir le paragraphe 6 de l'ISO/CEI 11801:1995 [5].

Le modèle de référence pour un système à 120 ohms est défini comme étant une liaison constituée de 90 mètres de câble de 120 ohms, de 10 mètres de cordon de connexion de 120 ohms et de quatre connecteurs de catégorie 4 internes à la liaison.

2.4.2.3 Exemples de canaux conformes de 120 ohms

Etant donné que les caractéristiques d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique de la liaison découlent du rendement électrique du modèle de référence de canal, ce modèle définit une liaison conforme. En outre, des liaisons constituées au maximum de 90 mètres de câble de 120 ohms, de 10 mètres de cordon de connexion de 120 ohms et de quatre connecteurs de catégorie 4 internes à la liaison sont des exemples de liaisons conformes. Cependant, toute liaison installée constituée de composants de catégorie 4 et satisfaisant aux caractéristiques d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique spécifiées au 2.4.2.1 est acceptable.

Dans nombre de situations, il est également possible de trouver un compromis entre l'affaiblissement et l'affaiblissement paradiaphonique pour obtenir des liaisons susceptibles de différer de la topologie du modèle de référence de canal mais dont la qualité de transmission reste acceptable. Il existe un très grand nombre de compromis possibles, mais cette question n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

2.4.2.4 Matériel de connexion et connecteur d'interface support à 120 ohms

Le matériel de connexion et le connecteur d'interface support définis pour les segments de liaison à 100 ohms doivent aussi s'appliquer aux systèmes à 120 ohms sous réserve que toutes les spécifications de catégorie 3 dont il est fait mention soient remplacées par des spécifications de catégorie 4.

2.4.3 Segment de liaison à 150 ohms

Le système en câble de 150 ohms connecte l'émetteur situé à une extrémité du segment de liaison au récepteur situé à l'autre extrémité de ce même segment de liaison. Le système en câble est constitué d'une ou de plusieurs sections de câble à paires torsadées blindées contenant deux paires métalliques, ainsi que les connecteurs intermédiaires nécessaires pour connecter les sections entre elles. Le connecteur d'interface support vient prendre place aux extrémités du câblage fixe. Le câble est interconnecté pour assurer deux trajets électriques continus entre les émetteurs et les récepteurs aux points d'extrémité.

2.4.3.1 Segment de liaison en câble STP de 150 ohms

Le système peut fonctionner avec de multiples types de câbles STP. Les normes EIA/TIA 568A 95 [7] et ISO/CEI 11801:1995 [5] définissent les câbles STP qui satisferont aux caractéristiques de fonctionnement de ce système. Bien qu'étant indépendantes du type de câbles, les caractéristiques de liaison de canal ont été définies d'après les caractéristiques d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique des câbles UTP de catégorie 3. La longueur maximale admissible du système en câble variera selon la qualité du câble et du ou des cordons de connexion.

L'affaiblissement composite de canal pour une liaison en câble STP de 150 ohms doit satisfaire aux caractéristiques limites d'affaiblissement définies dans l'Annexe E de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] pour les câbles UTP de catégorie 3.

L'affaiblissement paradiaphonique composite de canal pour une liaison en câble STP de 150 ohms doit satisfaire aux caractéristiques limites d'affaiblissement paradiaphonique définies dans l'Annexe E de la norme EIA/TIA 568A 95 [7] pour les câbles UTP de catégorie 3.

Dans ces conditions, aussi bien l'impédance caractéristique que d'affaiblissement d'adaptation structurel des câbles et des cordons constituant une liaison doivent satisfaire aux caractéristiques des câbles STP de 150 ohms spécifiées dans la section 10 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7].

2.4.3.2 Configuration du modèle de référence pour les systèmes STP à 150 ohms

Un système en câble type comporte un câble fixe aboutissant au connecteur d'interface support et des câbles de liaison aux deux extrémités. L'affaiblissement maximal généralement autorisé par longueur unitaire d'un câble de liaison est de 150% de celui du câble fixe. Pour plus de précisions, voir le paragraphe 6 de l'ISO/CEI 11801:95 [5].

Le modèle de référence pour un système STP est défini comme étant une liaison constituée de 90 mètres de câble STP-A, de 10 mètres de cordon de connexion STP-A et de quatre connecteurs STP-A internes à la liaison.

2.4.3.3 Exemples de canaux conformes en câble STP de 150 ohms

Étant donné que les caractéristiques d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique de la liaison découlent du rendement électrique du modèle de référence de canal, ce modèle définit une liaison conforme. Un modèle de référence de canal définit une liaison conforme. En outre, des liaisons constituées au maximum de 90 mètres de câble STP-A, de 10 mètres de cordon de connexion STP-A et de quatre connecteurs STP-A internes à la liaison sont des exemples de liaisons conformes. Cependant, toute liaison installée constituée de composants STP et satisfaisant aux caractéristiques d'affaiblissement et d'affaiblissement paradiaphonique spécifiées au 2.4.3.1 est acceptable.

Dans nombre de situations, il est également possible de trouver un compromis entre l'affaiblissement et l'affaiblissement paradiaphonique pour obtenir des liaisons susceptibles de différer de la topologie du modèle de référence de canal mais dont la qualité de transmission reste acceptable. Il existe un très grand nombre de compromis possibles, mais cette question n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

2.4.3.4 Connecteur d'interface support de câble STP

Chaque extrémité du câble fixe doit être munie d'un connecteur d'interface support de câble STP.

Ce connecteur d'interface support de câble STP doit satisfaire à toutes les caractéristiques du connecteur de télécommunication définies dans la section 11 de la norme EIA/TIA 568A 95 [7].

L'affectation des contacts du connecteur d'interface support de câble STP doit être effectuée comme indiqué dans le Tableau 10.

Tableau 10/I.432.5 – Affectation des contacts des connecteurs MIC du câble STP

Contact	Signal au niveau de l'installation d'abonné ATM	Signal au niveau de l'équipement de réseau ATM
B	émission +	réception +
R	réception +	émission +
G	réception –	émission –
O	émission –	réception –

Au niveau physique de l'interface, au point de référence S_{LB}, le débit doit être de 25 600 kbit/s. Le débit maximal disponible pour les cellules d'information d'usager, les cellules de signalisation, les cellules d'information ATM et les cellules d'information OAM de couches supérieures, à l'exclusion des commandes de "début de cellule", est de 25 125 kbit/s.

3 Fonctions assurées par la sous-couche de convergence de transmission (TC)

Les fonctions de la sous-couche TC sont les suivantes:

- embrouillage et désembrouillage;
- codage et décodage de bloc 4B5B (y compris codes de commande) permettant:
  - le cadrage des cellules et la réinitialisation de l'embrouilleur/du désembrouilleur;
  - la mise en œuvre d'un signal de rythme périodique pour les services isochrones.
- codage et décodage NRZI;
- génération et vérification du contrôle d'erreur d'en-tête (HEC);
- découplage du débit cellulaire.

La Figure 8 donne un exemple de schémas fonctionnels de la sous-couche de convergence de transmission où sont identifiées les fonctions ci-dessus et les relations entre leurs flux de données.

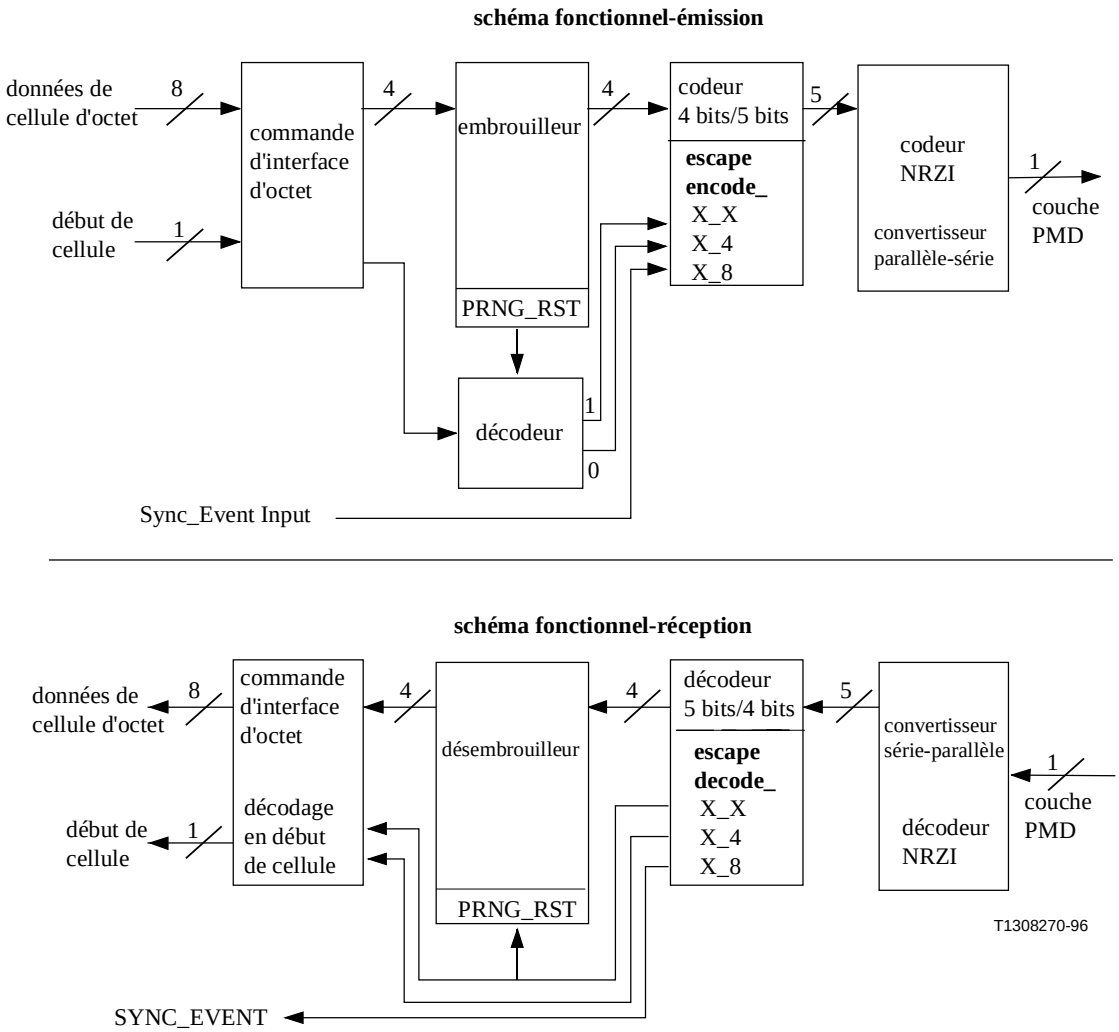

Figure 8/I.432.5 – Exemple de schémas fonctionnels de la sous-couche de convergence de transmission

3.1 Embrouillage et désembrouillage des cellules

Pour distribuer le bon rythme de signal le long de la ligne, il convient d'embrouiller les octets de données avant de les transmettre, comme le montre la Figure 9.

Les 53 octets de la cellule ATM doivent tous être embrouillés et codés avant d'être transmis.

L'embrouilleur et le désembrouilleur comportent chacun un générateur de nombres pseudo-aléatoires (PRNG, *pseudo-random number generator*) de 10 bits. Ce générateur utilise le polynôme suivant:

$$x^{10} + x^{7} + 1$$

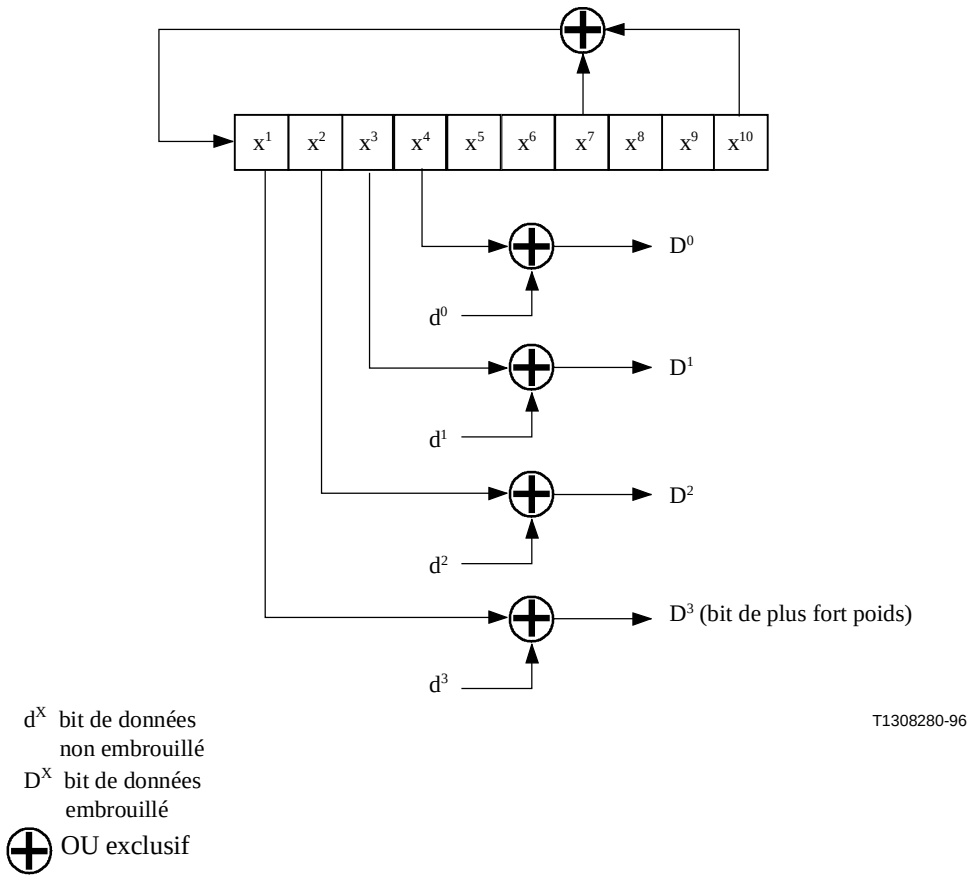

Figure 9/I.432.5 – Exemple de schéma fonctionnel du générateur de nombres pseudo-aléatoires

Le générateur est incrémenté 4 fois après chaque quartet, quel que soit l'élément transmis (octet de commande, données valides ou données vides). Les octets de commande ne doivent pas être embrouillés.

L'embrouilleur/le désembrouilleur applique à chaque quartet de données successif (en commençant par le quartet d'ordre supérieur et le bit d'ordre supérieur à l'intérieur de chaque quartet) une disjonction exclusive (XOR) avec les 4 bits correspondants du générateur PRNG (x^1 x^2 x^3 x^4 comme l'indique le schéma ci-dessus) à chaque cycle de quartet ($4 \times$ cycle binaire).

Le générateur est remis à son état initial ("3FF" hex) chaque fois que deux quartets d'échappement ("X") consécutifs sont détectés, que ceux-ci soient ou non alignés à l'octet (c'est-à-dire qu'ils forment une séquence de début de cellule X_X). Le générateur applique alors au premier quartet suivant les deux quartets d'échappement une disjonction exclusive avec le "F" initial de la séquence d'embrouillage, sauf si ce quartet fait partie d'un multiplet de commande, un tel multiplet n'étant jamais embrouillé. Le générateur doit toujours être réinitialisé ou incrémenté (génération de quatre nouveaux bits) après chaque quartet (y compris les données vides et les commandes), que ce quartet ait été ou non embrouillé.

NOTE – La Figure 10 montre ce qui se produira dans des conditions normales de fonctionnement toutes les fois que la séquence X_X est immédiatement suivie d'un autre octet de commande tel que X_8. Dans ce cas, le générateur PRNG est réinitialisé pour la deuxième fois à la suite de la détection d'une deuxième paire de symboles X.

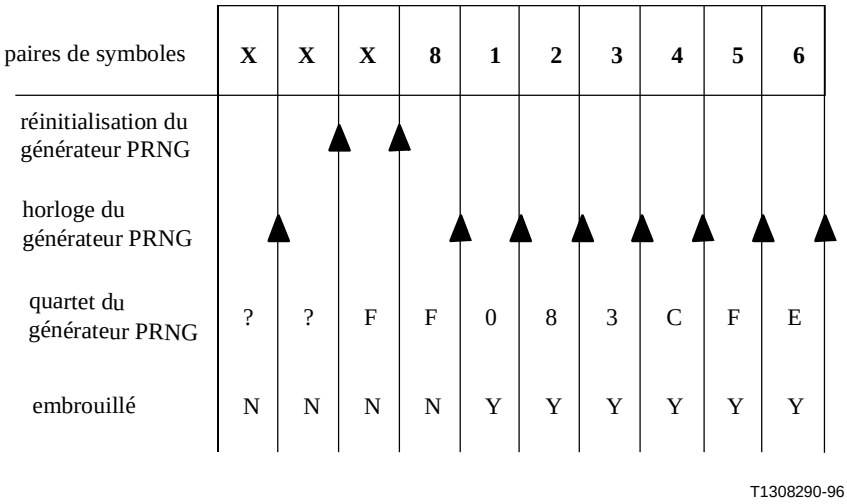

Figure 10/I.432.5 – Paires de symboles de début de cellule

Pour que ce générateur PRNG puisse approcher une source aléatoire, il est recommandé que la temporisation entre ses réinitialisations soit comprise entre 100 µs et 500 ms. La réinitialisation du générateur PRNG doit se produire au début de la première cellule après l'expiration de la temporisation de réinitialisation du générateur PRNG. Une durée maximale entre réinitialisation est recommandée afin de limiter le temps pendant lequel deux stations d'extrémité peuvent présenter un défaut d'alignement dans la séquence de l'embrouilleur.

3.1.1 Séquence du générateur PRNG

Il convient de préciser que la séquence du générateur PRNG pour chaque quartet (en commençant par son état de réinitialisation) est la suivante:

F, 0, 8, 3, C, F, E, 8, C, 7 ,C, C, 7, D, 4, 3, 9, 4, 0, 0, 1, 8, 4, 4, 0, 3, 9, 5, 8, 4, 5, 8, 7, D, 5, B, D, 0, 0, 3, 8, D ...

3.2 Codage et décodage de bloc 4B5B

On utilise un schéma de codage/décodage de bloc 4B5B pour assurer un nombre approprié de transitions sur la ligne. Le code satisfait aux caractéristiques suivantes:

- assure en moyenne plus de 3 transitions par symbole de 5 bits;
- la longueur de plage est limitée à un nombre inférieur ou égal à 5;
- l'absence de variations à court terme du niveau de courant continu.

Chaque symbole du code est composé de 5 bits. Sur les 32 symboles possibles, 17 sont valides dans cette implémentation. Les 15 symboles restants sont non valides.

Les 17 symboles valides représentent 16 quartets de données de 4 bits (hex 0 à F) et un code d'échappement (X). Ce symbole d'échappement présente la propriété "virgule" d'être unique parmi toutes les paires de symboles valides possibles. Le Tableau 11 ci-dessous répertorie les conversions des quartets valides à 4 bits en symboles à 5 bits.

Le Tableau 11 doit être utilisé pour le codage des quartets de données à transmettre et pour le décodage des symboles à 5 bits à leur réception. Tous les symboles non répertoriés dans ce tableau sont non valides.

Tableau 11/I.432.5 – Table de conversion des données de commande à 4 bits en symboles à 5 bits

Données	Symbole	Données	Symbole	Données	Symbole	Données	Symbole
0000	10101	0001	01001	0010	01010	0011	01011
0100	00111	0101	01101	0110	01110	0111	01111
1000	10010	1001	11001	1010	11010	1011	11011
1100	10111	1101	11101	1110	11110	1111	11111
ESC (X)	00010						
NOTE – Dans ce tableau, les valeurs binaires des quartets de données à 4 bits et des symboles codés à 5 bits sont représentées avec le bit de plus fort poids en premier (c'est-à-dire, à gauche).							

Pour chaque cellule ATM traitée, les données qu'elle contient sont embrouillées, codées et soumises au codage NRZI avant d'être émises. De même, dans le récepteur, une fois qu'une commande de début de cellule est détectée, les données série sont soumises au décodage NRZI et les symboles de 5 bits ainsi obtenus sont décodés pour former un quartet de données. Ces quartets sont ensuite désembrouillés et recombinés pour former la cellule ATM.

3.2.1 Structure de code au niveau des paires de symboles

Les symboles codés à 5 bits doivent toujours être appariés. On définit deux types d'entités de paires de symboles, représentant:

- les commandes;
- les octets de données.

Les commandes sont composées du symbole d'échappement suivi de l'un quelconque des 16 symboles de données ou du symbole d'échappement. Cela donne 17 commandes possibles dont trois sont définies et valides. Les trois commandes valides (en caractères gras) et les 14 commandes non valides (réservées pour utilisation ultérieure) forment l'ensemble suivant:

- **X_X = début de cellule (avec réinitialisation de l'embrouilleur)**
- X_0 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_1 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_2 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_3 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- **X_4 = début de cellule (sans réinitialisation de l'embrouilleur)**
- X_5 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_6 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_7 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- **X_8 = sync_Event**
- X_9 = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_A = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_B = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)

- X_C = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_D = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_E = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)
- X_F = non valide (réservée pour utilisation ultérieure)

Toutes les paires de symboles de commande décrites ci-dessus (X_X, X_4 et X_8) sont émises alignées les unes sur les autres. La limite d'alignement des paires de symboles est définie par la première apparition d'une paire de symboles de commande. Les paires de symboles de commande suivantes sont émises alignées sur la première paire de symboles de commande.

Tous les symboles codés à 5 bits sont émis en série, le bit de plus fort poids étant émis en premier.

3.2.2 Cadrage des cellules

On procède au cadrage des cellules en attribuant préalablement l'une des deux commandes valides à chaque cellule ATM avant de commencer à émettre. Comme indiqué ci-dessus, les deux commandes de début de cellule valides sont les suivantes:

- **X_X = début de cellule (avec réinitialisation de l'embrouilleur);**
- **X_4 = début de cellule (sans réinitialisation de l'embrouilleur).**

3.2.3 Mise en œuvre d'un signal de rythme

Pour les applications nécessitant une "horloge de réseau", cette fonction est nécessaire. Le transport d'une impulsion de synchronisation de rythme peut être pris en charge pour la mise en œuvre de communications isochrones. Une paire de symboles de commande Sync_Event spéciale (X_8) peut être insérée dans le train émis en limite de paire de symboles.

Ce procédé sera en principe utilisé pour acheminer un signal de rythme de 8 kHz, bien qu'il puisse aussi être utilisé pour acheminer d'autres références de rythme.

La commande de repère de rythme Sync_Event est générée à la limite de l'octet suivant après détection de l'événement de synchronisation entrant. La paire de symboles de commande Sync_Event doit avoir la priorité sur toute l'activité de ligne (paires de symboles de données ou de commande) et doit être émise à la limite de la paire de symboles suivante après détection de l'événement de synchronisation entrant. Lorsque cela se produit pendant le transfert d'une cellule, il convient d'interrompre momentanément le transfert de données à la limite d'une paire de symboles et d'insérer la paire de symboles de commande X_8. Cette condition est la seule interruption admissible dans un transfert par ailleurs ininterrompu du train de 54 paires de symboles (1 paire de symboles de commande plus 53 paires de symboles de données).

En option, à la détection d'une commande Sync_Event par le récepteur (installation d'abonné ATM), la commande Sync_Event peut être "mise en boucle" et transmise sur le trajet amont (vers l'équipement de réseau ATM).

La Figure 11, qui représente la structure des cellules, montre les commandes de début de cellule avec et sans réinitialisation de l'embrouilleur et une commande Sync_Event interrompant le flux de la cellule N+1.

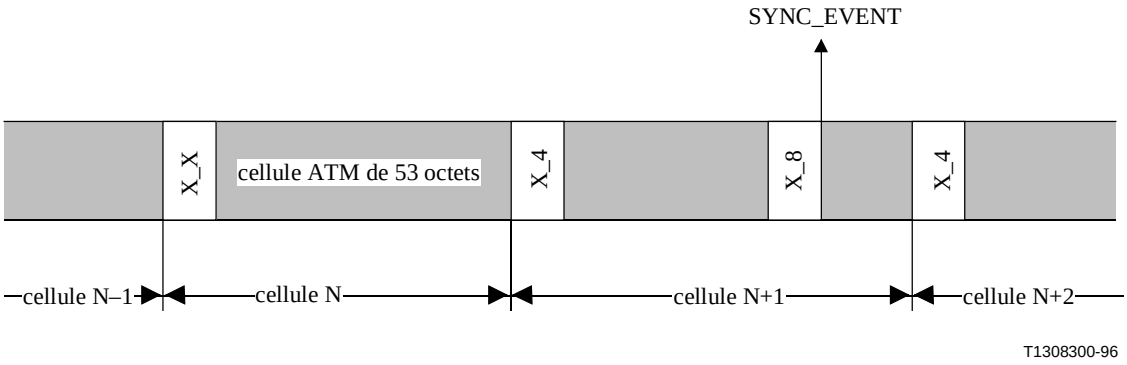

Figure 11/I.432.5 – Exemple de commandes utilisant le cadrage des cellules et l'événement de synchronisation Sync_Event

Dans l'exemple représenté à la Figure 11, la Nième cellule ATM est précédée d'une commande de début de cellule X_X. Cela oblige l'embrouilleur et le désembrouilleur à remettre leurs générateurs de quartets pseudo-aléatoires à l'état initial. Dans le cas de la cellule N+1, la cellule ATM est simplement précédée d'une commande de début de cellule X_4 sans réinitialisation de l'embrouilleur/du désembrouilleur. En outre, dans la cellule N+1, une impulsion de synchronisation de rythme donne lieu à une commande de repère de rythme X_8.

La réception de toute commande autre que X_X, X_4 ou X_8 dans la cellule ATM de 53 octets est considérée comme étant une erreur et la cellule peut être rejetée. La réception de la commande X_X ou X_4 dans la cellule ATM de 53 octets entraîne le rejet des octets de la cellule qui ont été reçus et la réception d'une nouvelle cellule.

Côté récepteur, le décodeur détermine d'après les symboles reçus si une commande de repère de rythme (X_8) ou une commande de début de cellule (X_X ou X_4) a été envoyée. Chaque fois qu'une commande de début de cellule est détectée, les 53 octets suivants reçus sont décodés et retransmis au désembrouilleur.

Les émissions pendant les états de repos (pendant lesquels il n'est pas transmis de commande ni de données) se poursuivront sans interruption sur la ligne. Ces données arbitraires, à l'exclusion du symbole d'échappement X, continueront d'être codées et embrouillées pour maintenir la synchronisation de la boucle à verrouillage de phase (PLL, *phase-lock loop*) à la réception. La transmission d'une cellule valide s'ouvrira immédiatement par le lancement d'une paire de symboles de commande. (Il convient de noter que le code 4B5B garantit une longueur de plage maximale de 5 bits. Outre le fait que tous les octets autres que de commande sont embrouillés, cette longueur de plage assure des transitions amplement suffisantes pour maintenir la synchronisation des bits pendant les états de repos.)

La sous-couche TC assure le transfert de cellules ATM complètes de 53 octets à destination et en provenance de la couche ATM.

3.3 Codage et décodage NRZI

Afin de limiter la longueur de plage des 1 ou des 0 binaires durant la transmission, il convient de soumettre les symboles de données en provenance du codeur à une conversion parallèle-série et à un codage NRZI avant de les transférer dans la couche PMD.

Chaque symbole est soumis à la conversion parallèle-série en commençant par le bit de plus fort poids, puis au codage NRZI.

Les données série reçues de la couche PMD sont soumises au codage NRZI avant détection des limites de symbole.

3.4 Génération et vérification du contrôle HEC

Le contrôle d'erreur d'en-tête (HEC, *header error control*) porte sur la totalité de l'en-tête de la cellule. Pour cette interface, seule la détection des erreurs sur les bits est décrite. On utilise à cette fin la détection d'erreur basée sur le champ de contrôle HEC.

L'émetteur calcule la valeur de contrôle HEC des quatre premiers octets de l'en-tête de cellule, et insère le résultat dans le champ de contrôle HEC (le dernier octet de l'en-tête de la cellule ATM). Le champ de contrôle HEC est une séquence de 8 bits. Il s'agit du reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur $x^8 + x^2 + x + 1$ du polynôme x^8 multiplié par le contenu de l'en-tête à l'exclusion du champ de contrôle HEC. On applique un OU exclusif entre la séquence 01010101 et le reste de 8 bits avant d'insérer celui-ci dans le champ de contrôle HEC.

Les équipements acceptant cette interface UNI doivent implémenter la détection d'erreur de contrôle HEC définie dans la Recommandation UIT-T I.432.1 [3]. Les équipements acceptant cette interface UNI doivent générer l'octet de contrôle HEC défini dans la Recommandation I.432.1 [3]. Le polynôme générateur et l'ensemble commun utilisé doivent être conformes aux dispositions de la Recommandation I.432.1 [3].

La Figure 12 représente le flux de vérification pour le contrôle HEC dans le récepteur. La sous-couche TC n'envoie aucune cellule à la couche ATM dont le contrôle HEC est incorrect.

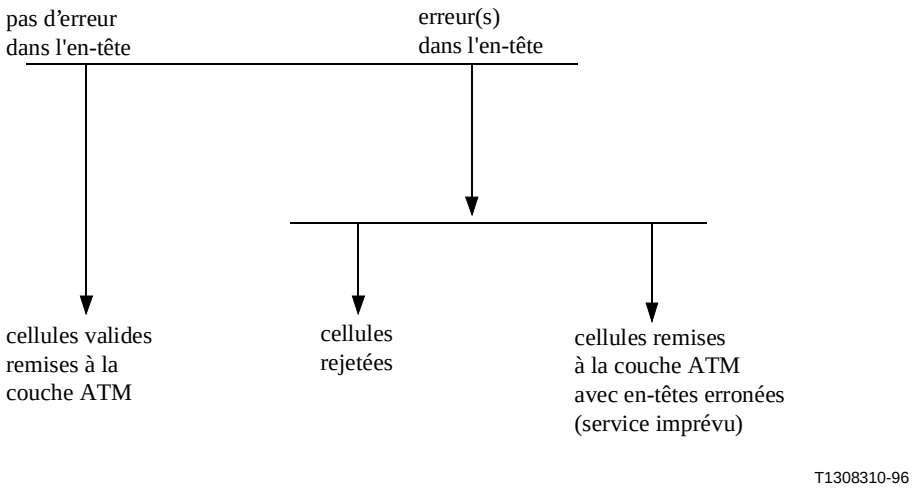

Figure 12/I.432.5 – Flux de vérification pour le contrôle HEC

Telle qu'elle est définie dans la Recommandation I.432.1 [3], la méthode de contrôle HEC ne peut corriger qu'une seule erreur sur les bits mais peut en détecter un grand nombre. Étant donné que le code de bloc 4B5B utilisé à cette interface UNI donne lieu à de multiples erreurs sur les bits pour chaque bit altéré, le mode de correction d'erreur de contrôle HEC n'est pas utilisé. Il est nécessaire de recourir à la détection d'erreur de contrôle HEC. A la détection d'une erreur d'en-tête dans une cellule reçue, cette cellule doit être rejetée.

4 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 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.

[1] Recommandation UIT-T I.113 (1997), *Terminologie du RNIS à large bande*.

[2] Recommandation UIT-T I.413 (1993), *Interface usager-réseau du RNIS à large bande.*

[3] Recommandation UIT-T I.432.1 (1996), *Interface usager-réseau du RNIS à large bande – Spécification de la couche Physique: Caractéristiques générales.*

[4] Recommandation UIT-T I.432.2 (1996), *Interface usager-réseau du RNIS à large bande – Spécification de la couche Physique: Exploitation à 155 520 kbit/s et 622 080 kbit/s.*

[5] ISO/CEI 11801:1995, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux du client.*

[6] Recommandation UIT-T I.414 (1993), *Vue d'ensemble des Recommandations relatives à la couche 1 pour l'accès d'abonné au RNIS et au RNIS à large bande.*

5 Bibliographie

[7] EIA/TIA 568A 95, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*, 25 octobre 1995.

[8] Publication 603-7 de la CEI (1990), *Spécifications particulières pour connecteurs à 8 voies, comprenant des embases et des fiches ayant des caractéristiques d'accouplement communes.*

6 Définitions

Dans la présente Recommandation, les définitions figurant dans la Recommandation I.113 [1] sont employées, de même que les termes spécifiques suivants.

6.1 canal: segment de liaison/support de transmission métallique constitué d'une ou de plusieurs sections en câble métallique à paires torsadées comportant deux ou quatre paires ainsi que les connecteurs intermédiaires nécessaires pour connecter les sections entre elles et muni à chaque extrémité du connecteur de données électrique spécifié.

7 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

4B5B mécanisme de codage en ligne à 4 bits/5 bits (*4 bit/5 bit line coding mechanism*)

ATM mode de transfert asynchrone (*asynchronous transfer mode*)

BER taux d'erreur sur les bits (*bit error ratio*)

FTP paire torsadée à lames métalliques (*foiled twisted pair*)

HEC contrôle d'erreur d'en-tête (*header error control*)

MIC connecteur d'interface support (*media interface connector*)

NEXT	paradiaphonique (affaiblissement) (*near-end crosstalk*)
NRZI	mode inversé sans retour à zéro (*non-return to zero invert*)
PLL	boucle à verrouillage de phase (*phase-lock loop*)
PMD	dépendant du support physique (*physical media dependent*)
PRNG	générateur de nombres pseudo aléatoires (*pseudo-random number generator*)
RAT	temps d'acquisition du récepteur (*receiver acquisition time*)
RNIS-LB	réseau numérique à intégration de services à large bande
RRL	affaiblissement d'adaptation du récepteur (*receiver return loss*)
SRL	affaiblisssement d'adaptation structurel (*structural return loss*)
STP	paire torsadée blindée (*shielded twisted pair*)
TC	convergence de transmission (*transmission convergence*)
TDCD	distorsion de facteur d'utilisation de l'émetteur (*transmitter duty cycle distortion*)
TEJ	gigue limite de l'émetteur (*transmitter edge jitter*)
TLA	amplitude de lancement de l'émetteur (*transmitter launch amplitude*)
TRL	affaiblissement d'adaptation de l'émetteur (*transmitter return loss*)
UNI	interface utilisateur-réseau (*user network interface*)
UTP	paire torsadée non blindée (*unshielded twisted pair*)

SERIES 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	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, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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 pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Z	Langages de programmation