



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

J.84

(10/95)

**TRANSMISSIONS TÉLÉVISUELLES
ET SONORES**

**DISTRIBUTION PAR RÉSEAUX À TÊTE
DE RÉCEPTION COLLECTIVE PAR
SATELLITE DE SIGNAUX NUMÉRIQUES
MULTIPROGRAMMES POUR SERVICES
DE TÉLÉVISION, SON ET DONNÉES**

Recommandation UIT-T J.84

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (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 (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T J.84, que l'on doit à la Commission d'études 9 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 24 octobre 1995 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

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 de télécommunications.

© UIT 1996

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

		<i>Page</i>
1	Introduction	1
2	Domaine d'application.....	1
3	Références	2
4	Définitions.....	2
5	Symboles et abréviations.....	2
	5.1 Symboles.....	2
	5.2 Abréviations.....	2
6	Systèmes numériques multiprogrammes SMATV	3
Annexe A – Système SMATV numérique multiprogramme de type A		3
	A.1 Domaine d'application	3
	A.2 Références.....	4
	A.3 Conception des systèmes de distribution par SMATV	4
	A.4 Système SMATV A1	4
	A.5 Système SMATV A2	6
	A.6 Couche de transport MPEG-2.....	7
	A.7 Structure de mise en trame.....	7
Appendice A.I – Modèles de canal pour les systèmes de distribution SMATV.....		7
Appendice A.II – Exemples de performance obtenus avec des égaliseurs en modulation MAQ-64 et MDP-4		10
Appendice A.III – Considérations relatives au débit binaire dans les systèmes de distribution SMATV.....		14
Appendice A.IV – Bibliographie.....		16
Annexe B – Système SMATV numérique multiprogramme B		17
Annexe C – Système SMATV numérique multiprogramme C		17
Annexe D – Système SMATV numérique multiprogramme D.....		17
	D.1 Introduction	17
	D.2 Conception du système SMATV-BLR	17
	D.3 Caractéristiques communes des têtes de réseau SMATV	17
	D.4 Conclusion	18

RÉSUMÉ

La présente Recommandation traite de la définition de la structure de trame, du codage de canal et de la modulation des signaux numériques multiprogrammes destinés à des services de télévision, son et données reçus d'un système à satellite et distribués de façon transparente par des réseaux à tête de réception collective de télévision par satellite (SMATV) (*satellite master antenna television*).

La présente Recommandation définit l'architecture requise pour les réseaux à systèmes SMATV. Elle est étroitement liée au projet de Recommandation UIT-R BO.1211 (applicable au satellite) et à la Recommandation J.83 (applicable aux réseaux câblés).

La présente Recommandation comporte quatre annexes, qui spécifient les systèmes numériques de télévision à réception SMATV soumis à l'UIT-T. Elle tient compte du fait que la normalisation des systèmes numériques de télévision à réception SMATV est prise en charge pour la première fois par l'UIT-T et du fait que, lorsque l'UIT a entrepris cet effort de normalisation, un certain nombre de systèmes avaient déjà été mis au point et mis en œuvre à titre provisoire.

La présente Recommandation préconise que, lors de l'introduction de nouveaux services multiprogrammes numériques dans des réseaux SMATV existants ou futurs, l'on fasse appel à un des systèmes dont la structure de trame, le codage de canal et la modulation sont spécifiés dans ses annexes.

DISTRIBUTION PAR RÉSEAUX À TÊTE DE RÉCEPTION COLLECTIVE PAR SATELLITE DE SIGNAUX NUMÉRIQUES MULTIPROGRAMMES POUR SERVICES DE TÉLÉVISION, SON ET DONNÉES

(Genève, 1995)

1 Introduction

Le développement de nouvelles techniques numériques atteint actuellement le point où les systèmes qui les appliquent offrent, à l'évidence, des avantages notables par rapport aux traditionnels procédés analogiques, en termes de qualité des images et des sons, de gestion du spectre et de la puissance, de flexibilité du service, de convergence multimédia et d'économies possibles sur les équipements. L'emploi de la distribution SMATV pour l'acheminement des signaux vidéo et audio jusqu'aux spectateurs et auditeurs individuels, est par ailleurs en croissance régulière et est déjà devenu le mode dominant dans certaines parties du monde. Il est également clair que la meilleure façon de tirer parti de ces avantages possibles est d'effectuer des économies d'échelle grâce à l'usage largement répandu de systèmes numériques conçus de manière à pouvoir être facilement mis en œuvre dans les infrastructures existantes et à exploiter au mieux les nombreuses synergies possibles avec les systèmes audiovisuels qui leur seront associés.

Les réseaux à tête de réception SMATV ont comme caractéristiques communes de faire appel à un équipement de type grand public et de ne pas nécessiter une maintenance régulière: la robustesse de ces systèmes est donc un critère essentiel. Il convient en particulier que la tête de réception SMATV soit transparente au multiplex numérique de signaux de télévision, sans aucune interface en bande de base, ce qui permet d'utiliser des équipements simples et économiques, de type grand public, pour la tête de réception collective.

La présente Recommandation comporte quatre annexes, qui spécifient les systèmes numériques de télévision à distribution SMATV qui sont soumis à l'UIT-T. Elle tient compte du fait que la normalisation des systèmes numériques de télévision SMATV est prise en charge pour la première fois par l'UIT-T et du fait que, lorsque l'UIT a entrepris cet effort de normalisation, un certain nombre de systèmes avaient déjà été mis au point et mis en œuvre à titre provisoire.

Les Administrations et les opérateurs privés envisageant l'introduction de services de télévision numérique SMATV sont invités à envisager l'utilisation de l'un des systèmes décrits dans les annexes et à rechercher des opportunités d'amélioration de leur convergence, plutôt que de développer un système différent mais utilisant les mêmes techniques.

2 Domaine d'application

Le domaine d'application de la présente Recommandation est la définition de la structure de mise en trames, du codage de canal et de la modulation des signaux numériques multiprogrammes distribués par réseaux SMATV, éventuellement avec multiplexage par répartition en fréquence avec des signaux de télévision analogiques existants.

NOTE – Il convient de noter que la couche transport au format MPEG-2 (spécifiée pour tous les systèmes décrits dans les annexes de la présente Recommandation) permet d'insérer une certaine capacité de données auxiliaires aux flux de données de la voie descendante. Cette capacité pourra être utilisée pour répondre aux besoins des services interactifs (la description de la fourniture et des caractéristiques des voies de retour est hors du domaine d'application de la présente Recommandation).

Il convient également de noter que la couche transport au format MPEG-2 spécifiée peut être configurée de façon à acheminer un certain nombre de voies numériques et sonores, avec divers niveaux de qualité possibles. Le contenu de ces voies peut être associé ou non associé au contenu des voies vidéo.

La présente Recommandation a pour objet de faire en sorte que les concepteurs et les installateurs de réseaux de distribution SMATV disposent, pour les signaux numériques multiprogrammes, des informations nécessaires pour pouvoir établir et exploiter des réseaux tout à fait satisfaisants. Elle offre également aux concepteurs et aux constructeurs d'équipements (récepteurs inclus) les informations qui leur sont nécessaires concernant les signaux numériques multiprogrammes à distribution par réseaux SMATV.

Il est à noter que la présente Recommandation est complémentaire des autres Recommandations qui définissent les caractéristiques de transmission de signaux numériques multiprogrammes distribués par réseaux à satellite et à câble (voir les références).

3 Références

Les Recommandations et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou autre référence est sujette à révision; tous les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références indiquées ci-après. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée régulièrement.

- [1] Recommandation UIT-T J.83 (1995), *Systèmes numériques multiprogrammes pour services de télévision, son et données à distribution par câble.*
- [2] Recommandation UIT-R BO.1211 (1995), *Systèmes numériques d'émission multiprogramme de télévision, son et données pour satellites exploités dans la gamme de fréquences 11/12 GHz.*
- [3] Recommandation UIT-T H.222.0 (1995) | ISO/IEC 13818-1:1996, *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et du son: systèmes.*
- [4] FORNEY (G.D.): Burst-correcting codes for the classic bursty channel (Codes de correction d'erreurs en paquets pour la voie sporadique classique), *IEEE Trans. Comm. Tech., COM-19*, pp. 772-781, octobre 1971.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation, les définitions suivantes s'appliquent.

4.1 réseau à tête de réception collective de télévision par satellite (SMATV) (*satellite master antenna television*): réseau à large bande destiné à la distribution de signaux de télévision, de son et de données reçus directement d'un ou de plusieurs satellites, éventuellement en multiplexage fréquentiel avec des signaux de télévision analogiques diffusés par voie de terre en bande UHF ou VHF, jusqu'à des foyers situés dans un bâtiment ou dans plusieurs bâtiments adjacents. Lorsqu'ils sont destinés aussi à la distribution de nouveaux services numériques multiprogrammes de télévision, son et données, de tels réseaux sont dénommés «réseaux SMATV numériques» et la configuration numérique constituée à cette fin est appelée «système SMATV numérique multiprogramme».

5 Symboles et abréviations

5.1 Symboles

Pour les besoins de la présente Recommandation, les symboles suivants sont utilisés:

α	facteur d'arrondi
f_0	fréquence centrale d'un canal
R_s	rapidité de modulation, correspondant à l'inverse de la bande de Nyquist du signal modulé
R_u	débit binaire utile à la sortie du multiplexeur de flux de transport en codage MPEG-2
R_u'	débit binaire à la sortie du codeur de Reed-Solomon
T	nombre d'octets pouvant être corrigés dans la trame protégée contre les erreurs par codage de Reed-Solomon
T_s	période symbole

5.2 Abréviations

Pour les besoins de la présente Recommandation, les abréviations suivantes s'appliquent:

BB	bande de base
BER	taux d'erreur binaire (<i>bit error ratio</i>)
BIS	bande intermédiaire satellite
BLR	bande latérale résiduelle
BW	largeur de bande (<i>bandwidth</i>)
DTVC	télévision numérique par câble (<i>digital television by cable</i>)
ETS	norme européenne de télécommunication (<i>european telecommunication standard</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)

FIR	réponse impulsionnelle finie (<i>finite impulse response</i>)
IRD	récepteur-décodeur intégré (<i>integrated receiver decoder</i>)
LNB	bloc convertisseur à faible bruit (<i>low noise block</i>)
LSB	bit de poids faible (<i>least significant bit</i>)
MAQ	modulation d'amplitude sur porteuses en quadrature
MDP-4	modulation à 4 états de phase
MPEG	Groupe d'experts pour les images animées (<i>moving picture expert group</i>)
MSB	bit de poids fort (<i>most significant bit</i>)
MUX	multiplex
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random binary sequence</i>)
QEF	quasi sans erreur (<i>quasi error free</i>)
RF	radiofréquence
RS	Reed-Solomon
SMATV	système à tête de réception collective de télévision par satellite (<i>satellite master antenna television</i>)
SMATV-BIS	système SMATV utilisant la distribution en bande intermédiaire satellite
SMATV-DTM	système SMATV utilisant la transmodulation numérique (<i>SMATV system based on digital transmodulation</i>)
SMATV-S	système SMATV utilisant la distribution dans l'hyperbande étendue (<i>SMATV system based on distribution at extended super band</i>)
TDL	ligne à retard à prises (<i>tapped delay line</i>)
TDM	multiplexage par répartition dans le temps (<i>time division multiplex</i>)
TDT	transmodulateur numérique transparent (<i>transparent digital transmodulator</i>)
TV	télévision
UER	Union européenne de radio-télévision
UHF	ultra haute fréquence
VHF	très haute fréquence

6 Systèmes numériques multiprogrammes SMATV

Il est recommandé que les distributeurs éventuels de nouveaux services numériques multiprogrammes sur les réseaux SMATV existants et futurs fassent appel à l'un des systèmes dont la structure de trame, le codage de canal et la modulation sont spécifiés dans les annexes de la présente Recommandation.

Annexe A

Système SMATV numérique multiprogramme de type A

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

A.1 Domaine d'application

La présente annexe décrit un système de transmission, dénommé *système A* adapté à la distribution de signaux numériques multiprogrammes de télévision dans des systèmes de réception collective de télévision par satellite (SMATV). Cette annexe décrit l'architecture d'un réseau SMATV. Elle est complémentaire de l'Annexe A de [1] et est alignée sur [2]. Le système A qui est décrit dans la présente annexe est compatible avec les procédés de modulation et de codage de canal qui sont utilisés pour les transmissions numériques multiprogrammes de télévision par câble et par satellite (voir [1] et [2] respectivement). Le système A est fondé sur la couche système MPEG-2 [3] et on y a ajouté une technique appropriée de correction d'erreur directe (FEC). Le système A permet de lancer dès maintenant un service fiable, sans préjuger de la poursuite des progrès techniques comme décrit dans [1] (voir également, dans l'Appendice A.IV à la présente annexe, la bibliographie).

A.2 Références

La présente annexe comporte des dispositions issues d'autres publications, dont les références sont datées ou non datées. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés du texte et ces publications sont énumérées dans l'article 2, aux références [1] et [4].

A.3 Conception des systèmes de distribution par SMATV

Un système de réception collective de télévision par satellite (SMATV) est défini comme étant destiné à la distribution de signaux vidéo et audio jusqu'à des foyers situés dans un bâtiment ou dans plusieurs bâtiments adjacents. Ces signaux sont reçus par une antenne de réception par satellite et peuvent être combinés avec des signaux de télévision de Terre. Les systèmes de distribution SMATV sont également appelés *installations de télévision communautaires* ou *réseaux domestiques de télévision par câble*. Un système SMATV représente un moyen pour partager entre plusieurs utilisateurs des ressources communes de réception de signaux de diffusion terrestre ou par satellite.

Le système SMATV est conçu de façon à assurer l'adaptation des signaux TV diffusés par satellite aux caractéristiques des voies SMATV. La principale fonction d'un système SMATV est que la tête SMATV soit transparente au multiplex numérique de télévision issu du récepteur satellite, sans interfaçage en bande de base: cela permet en effet de concevoir une tête de réception simple et économique, telle que requise pour un équipement SMATV grand public.

La présente annexe envisage deux types de système SMATV pour la distribution de signaux numériques TV dans des installations SMATV, comme suit:

Système SMATV A1: le procédé utilisé par ce système consiste à transmoduler les signaux issus du satellite en modulation de phase à 4 états (MDP-4) tels que définis en [2] afin d'obtenir une constellation en modulation d'amplitude sur porteuses en quadrature (MAQ à 16, 32 ou 64 états). Cette transmodulation sera effectuée soit par mise en œuvre complète du système décrit dans l'Annexe A de [1] (voir A.4.1 ci-dessous) ou par un procédé simplifié de transmodulation, décrit au A.4.2 ci-dessous. Ce processus de transmodulation sans interfaçage en bande de base est également appelé *transmodulation transparente*.

Système SMATV A2: le procédé utilisé par ce système consiste à effectuer une distribution directe des signaux de satellite en MDP-4 tels que définis en [2] avec transposition de la fréquence du signal reçu du satellite dans une gamme de fréquences appropriée aux caractéristiques du réseau de distribution.

Le choix entre le procédé du système A1 et celui du système A2 dépend des performances techniques et des calculs de rentabilité pour chaque situation particulière.

NOTE – La présente annexe ne spécifie pas les signaux numériques de Terre.

A.4 Système SMATV A1

Ce système est fondé sur l'utilisation de la transmodulation des signaux en MDP-4 reçus du satellite vers une modulation MAQ (voir la Figure A.1). Ce système est également appelé *SMATV-DTM*.

Le système se compose des éléments suivants:

- **équipement de transmodulation en tête de réseau:** cet équipement effectue le décodage nécessaire du signal puis le recode conformément aux spécifications des systèmes de modulation pour la distribution par câble. Cet équipement est également appelé *transmodulateur numérique transparent (TDT) (transparent digital transmodulator)*.
- **réseau SMATV de distribution en UHF:** c'est un système physique de distribution par câble du signal vers plusieurs utilisateurs. L'Appendice A.I indique les modèles de réponse des canaux de distribution de réseau SMATV.
- **récepteur-décodeur intégré (IRD) d'utilisateur:** cet équipement effectue l'égalisation requise pour compenser la distorsion dans les canaux ainsi que pour démoduler et décoder le signal MAQ.

A.4.1 Mise en œuvre complète du système SMATV A1

Une mise en œuvre complète du système en MAQ doit être effectuée conformément aux spécifications de l'Annexe A de [1] et à celles de la référence [2], avec une interface transparente entre les deux. A cette fin, la mise en œuvre complète du système SMATV A1 doit faire appel à la couche de transport MPEG-2, à la structure de trame, au codage de canal, à la conversion d'octets en symboles et à la modulation qui sont conformes à l'Annexe A de [1] et à la référence [2]. Le codage de canal doit inclure le brassage pour la mise en forme du spectre, le codage de Reed-Solomon (RS) et l'entrelacement convolutif selon l'algorithme de Forney [4]. La Figure A.2 illustre cette configuration.

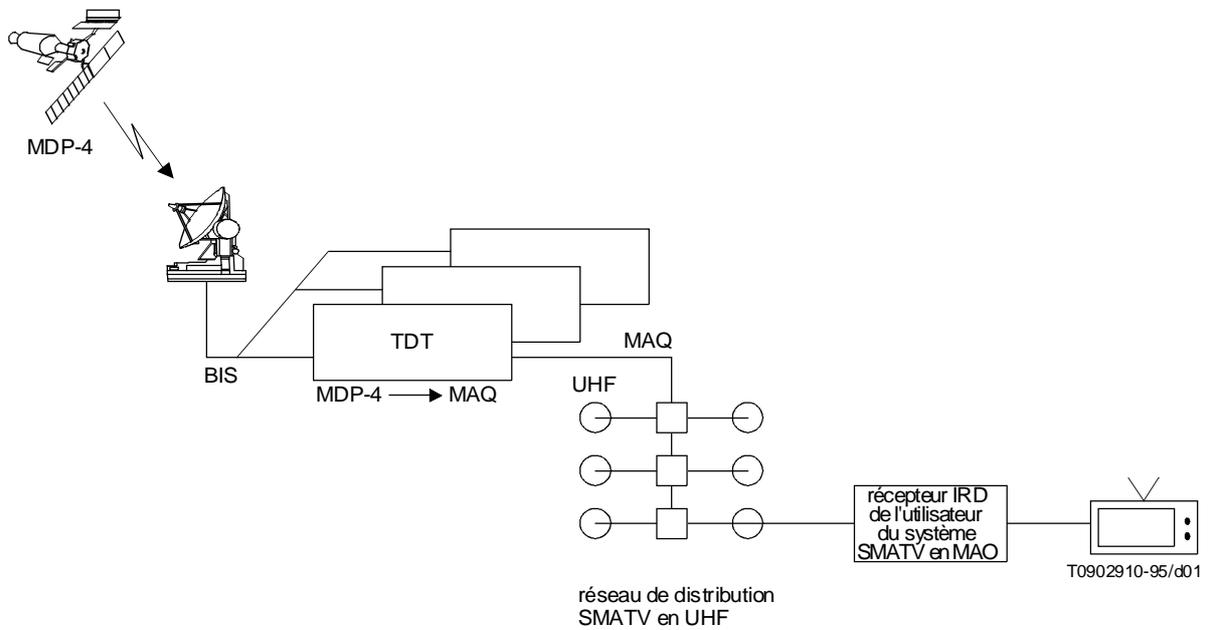


FIGURE A.1/J.84
Configuration du système SMATV A1

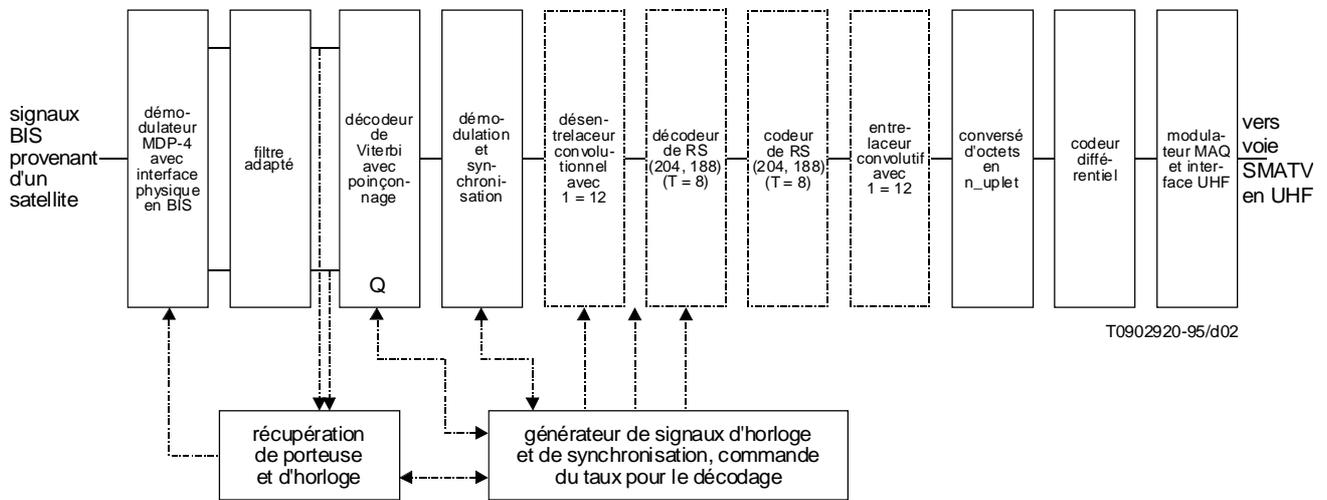


FIGURE A.2/J.84
Schéma fonctionnel d'un système SMATV A1

A.4.2 Mise en œuvre simplifiée du système SMATV A1

Dans l'architecture de mise en œuvre complète du système SMATV A1, le codage externe (c'est-à-dire le codage de Reed-Solomon et l'entrelacement convolutif) est effectué 2 fois indépendamment pour la liaison avec le satellite et pour la liaison par câble. Celle-ci est donc alimentée par un flux binaire quasi sans erreur (QEF). Lorsque la marge de décodage de la liaison par satellite est suffisante, on peut éliminer du système un des deux processus de

décodage-codage de Reed-Solomon et de désentrelacement-entrelacement. Dans ce cas, le décodeur de RS dans le récepteur IRD de l'utilisateur est capable de corriger les erreurs produites dans la liaison par câble, ajoutées aux erreurs en salve restant après le décodage de Viterbi. Cette configuration simplifiée est représentée sur la Figure A.2 par suppression des blocs en traits pointillés.

NOTE – Cette configuration simplifiée peut procurer des économies non négligeables en termes de nombre de portes et donc de prix de revient total de l'équipement. Etant donné le caractère grand public des têtes de réception SMATV, cette économie est un élément important dans le calcul d'une économie d'échelle. Les constructeurs pourront donc décider de l'opportunité d'adopter ou non cette architecture simplifiée du système SMATV A1.

A.5 Système SMATV A2

Le système SMATV A2 est fondé sur l'emploi de la modulation MDP-4 (voir la Figure A.3). Ce système permet la réception directe des signaux numériques provenant de satellites au moyen du récepteur-décodeur de l'utilisateur, raccordé à un réseau de distribution SMATV. Les éléments fonctionnels de ce système sont décrits en [2]. Deux configurations du système SMATV A2 sont distinguées, comme suit:

- SMATV-BIS
- SMATV-S.

Dans la configuration SMATV-BIS, les signaux MDP-4 sont distribués directement en bande intermédiaire satellite (BIS) telle que fournie par le bloc convertisseur à faible bruit (LNB) (*low noise block*) [voir la Figure A.3 a)]. Dans la configuration SMATV-S, les signaux MDP-4 sont convertis à la fréquence de l'hyperbande S [voir la Figure A.3 b)]. Dans ces deux configurations, le signal du satellite parvient au récepteur-décodeur IRD de l'utilisateur sans faire l'objet d'un quelconque processus de démodulation et de transmodulation dans la tête de réception. Les caractéristiques de modulation dans la liaison par satellite sont donc conservées.

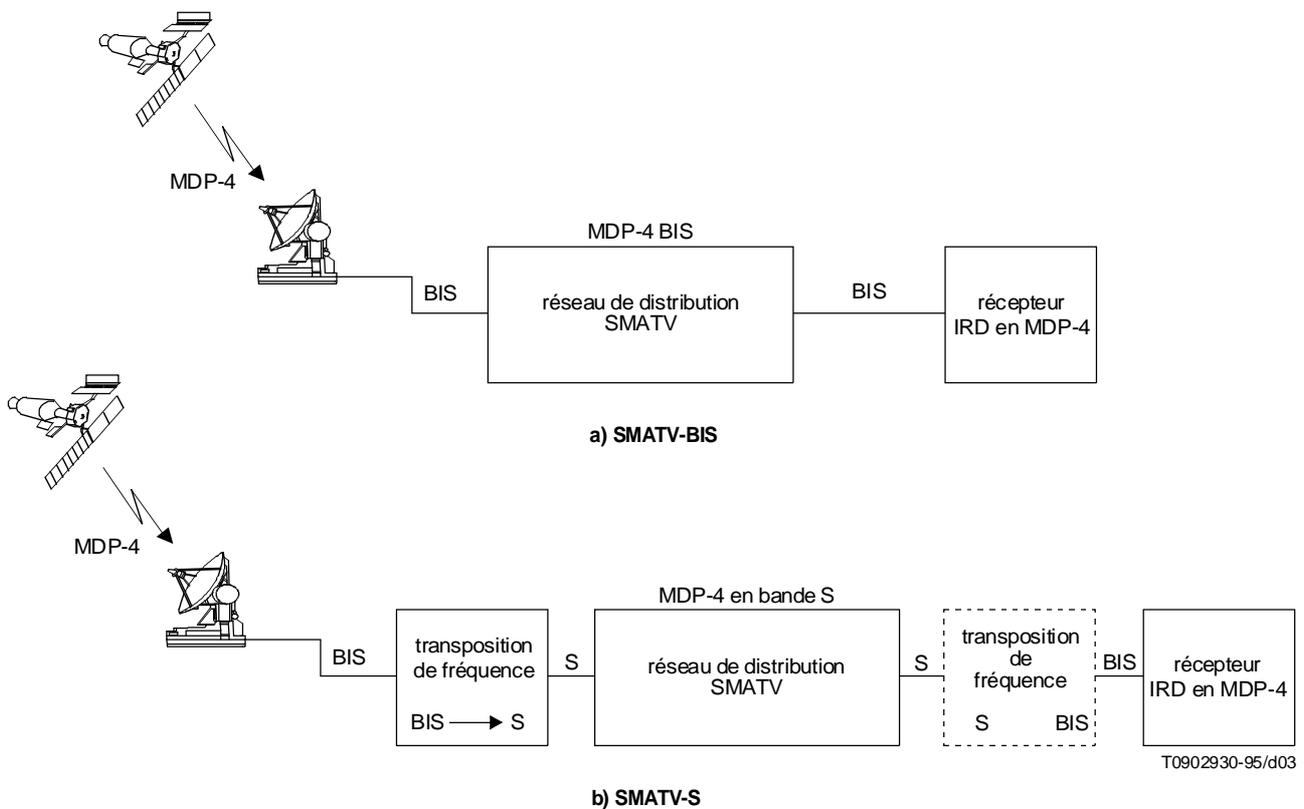


FIGURE A.3/J.84
Configuration SMATV-BIS et SMATV-S du système SMATV A2

A.5.1 Système SMATV-BIS

Cette configuration permet la distribution directe du signal MDP-4 reçu du satellite, par le réseau SMATV-BIS en BIS étendue (au-dessus de 950 MHz).

Le récepteur de l'utilisateur doit pouvoir s'accorder sur tous les canaux de la BIS étendue pour démoduler et décoder le signal.

Les éléments fonctionnels de la configuration SMATV-BIS sont indiqués en [2].

A.5.2 Système SMATV-S

Cette configuration nécessite de convertir la fréquence des signaux reçus du satellite pour les faire passer de la bande intermédiaire étendue (au-dessus de 950 MHz) à un segment de la bande VHF/UHF (par exemple dans l'hyperbande S étendue de 230 MHz à 470 MHz).

NOTE – Un processus inverse de transposition de fréquence (par exemple de la bande S étendue à la bande intermédiaire satellite) peut être requis dans un récepteur IRD d'utilisateur équipé d'un tuner BIS.

Le récepteur IRD de l'utilisateur remplit des fonctions analogues à celles de la réception des signaux reçus du satellite (voir [2]). Afin de compenser les distorsions linéaires dans les voies, le filtre adapté peut avoir des capacités d'égalisation.

Le modèle de réponse en bande S est analogue à celui de la réponse en bande décimétrique; il est reproduit dans l'Appendice A.I.

A.6 Couche de transport MPEG-2

Le système SMATV doit utiliser la couche de transport MPEG-2 qui est définie en [3]. Les données de cette couche sont réparties en paquets de 188 octets, avec un seul octet de synchronisation, trois octets d'en-tête contenant les informations d'identification du service, d'embrouillage et de commande, suivis de 184 octets de données MPEG-2 ou auxiliaires.

A.7 Structure de mise en trame

L'organisation des trames du système SMATV doit être fondée sur la structure des paquets du flux de transport MPEG-2 (voir [1], [2] et [3]).

Appendice A.I

Modèles de canal pour les systèmes de distribution SMATV

[à l'Annexe A (informatif)]

A.I.1 Réponses des modèles de canaux

De façon à tester les systèmes SMATV et à évaluer la nécessité d'une égalisation, on a mis au point un modèle de canal pour les réseaux de distribution SMATV. Ce modèle est fondé sur des mesures et sur des simulations informatiques. Il a été notablement simplifié afin de ne tenir compte que des aspects relatifs à la définition de l'égalisation. Il est applicable aux réseaux SMATV en bande UHF comme en bande S.

Le modèle de canal radioélectrique se subdivise en quatre types, représentés sur les Figures A.I.1 à A.I.4:

- le modèle A pour les microréflexions entre dispositifs situés à des étages consécutifs du bâtiment (Figure A.I.1);
- le modèle B pour les microréflexions entre la tête de réception et le premier dispositif (Figure A.I.2);
- le modèle C pour les microréflexions entre dérivateur et prise d'abonné (Figure A.I.3);
- le modèle D pour les combinaisons de microréflexions (Figure A.I.4).

Les réseaux SMATV réels associent souvent des caractéristiques empruntées à tous ces modèles, selon leur structure physique, principalement la longueur du câble et le degré de désadaptation d'impédance au niveau de chaque raccordement. On en conclut:

- que le délai dû aux microréflexions dépend des longueurs de câble;
- que l'affaiblissement des microréflexions dépend du niveau de désadaptation entre éléments constituants (affaiblissements d'adaptation).

Ces modèles sont fondés sur des hypothèses tirées d'une étude portant sur les structures SMATV les plus grandes. Voir [5] dans l'Appendice A.IV. La configuration suivante a été considérée comme constituant une référence:

- un tronçon de câble d'une longueur de 3 m à 3,5 m entre prises d'abonné successives;
- un tronçon de câble d'une longueur de 6 m à 12 m entre dérivateurs et prises d'abonné dans des structures parallélépipédiques;
- un tronçon de câble d'une longueur de 10 m à 20 m entre amplificateurs de tête et premiers éléments passifs;
- un bâtiment d'environ 10 étages, de façon à intégrer des échos représentatifs de ceux qui se produisent entre étages multiples.

Les Figures A.I.1 à A.I.4 permettent de constater la répartition des microréflexions pour les 4 modèles. L'abscisse des graphes représente, en nanosecondes, le retard des microréflexions. L'ordonnée donne, en décibels, l'affaiblissement des microréflexions. Compte tenu des considérations qui précèdent, on peut noter la plage des retards des échos.

Le modèle de canal pour la plupart des installations courantes est donné dans les Figures A.I.1 à A.I.4 par l'écart «3 sigma», représenté en noir. Le niveau supérieur correspond au cas le plus défavorable.

A.I.2 Définition des caractéristiques nécessaires pour les égaliseurs adaptatifs

Le démodulateur MAQ situé dans le récepteur IRD de l'utilisateur doit comporter un égaliseur adaptable afin de compenser la distorsion introduite dans les canaux par le système SMATV en bande UHF. On peut également insérer un égaliseur dans le récepteur IRD d'utilisateur pour la démodulation de la MDP-4 en bande S. Il convient que l'égalisation soit à verrouillage systématique, car les systèmes de base ne comportent aucune séquence d'apprentissage. Compte tenu du cas «3 sigma» sur les Figures A.I.1 à A.I.4 du modèle de réponse dans les voies radioélectriques, des égaliseurs à l'état de l'art peuvent atteindre des marges technologiques inférieures à 1 dB (pour un TEB de 2×10^{-4}) et un temps d'acquisition inférieur à 100 ms.

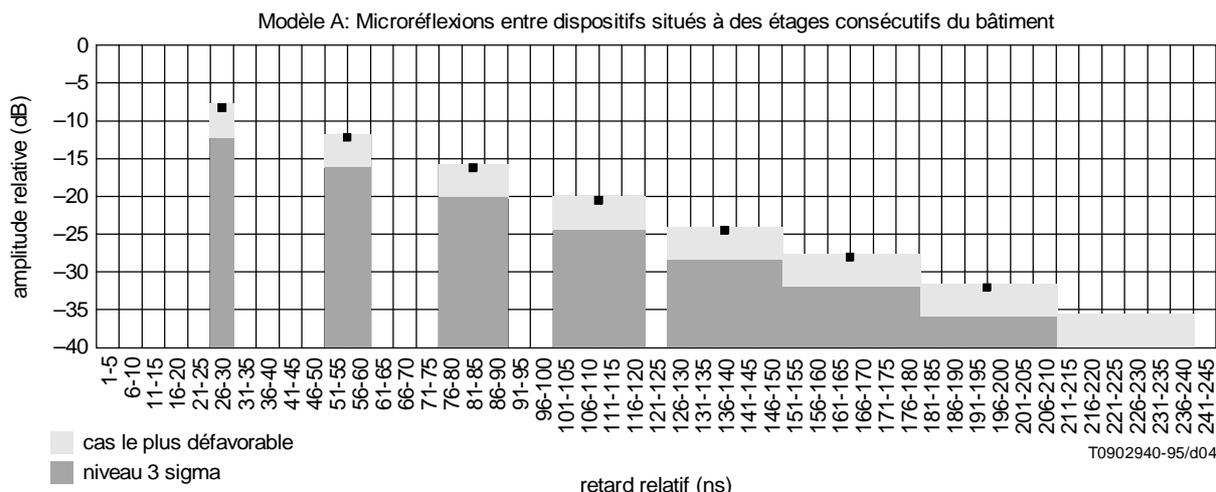


FIGURE A.I.1/J.84

Modèle A de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S

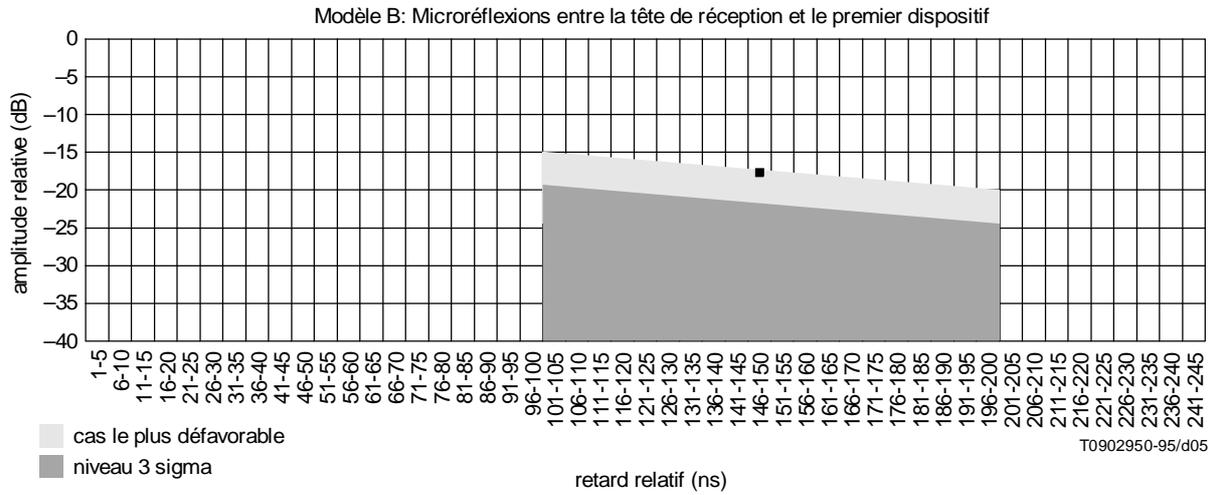


FIGURE A.I.2/J.84

Modèle B de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S

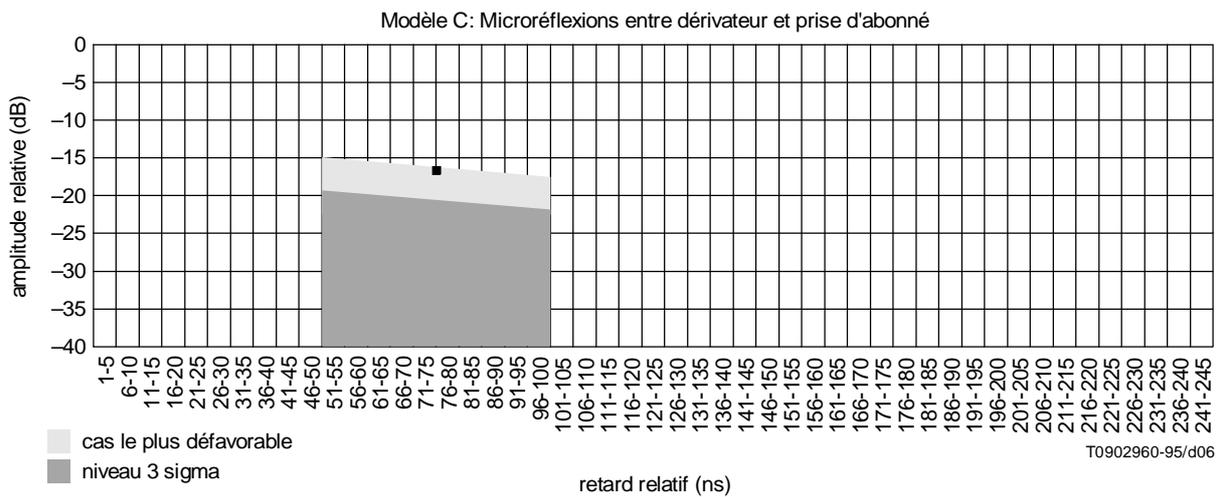


FIGURE A.I.3/J.84

Modèle C de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S

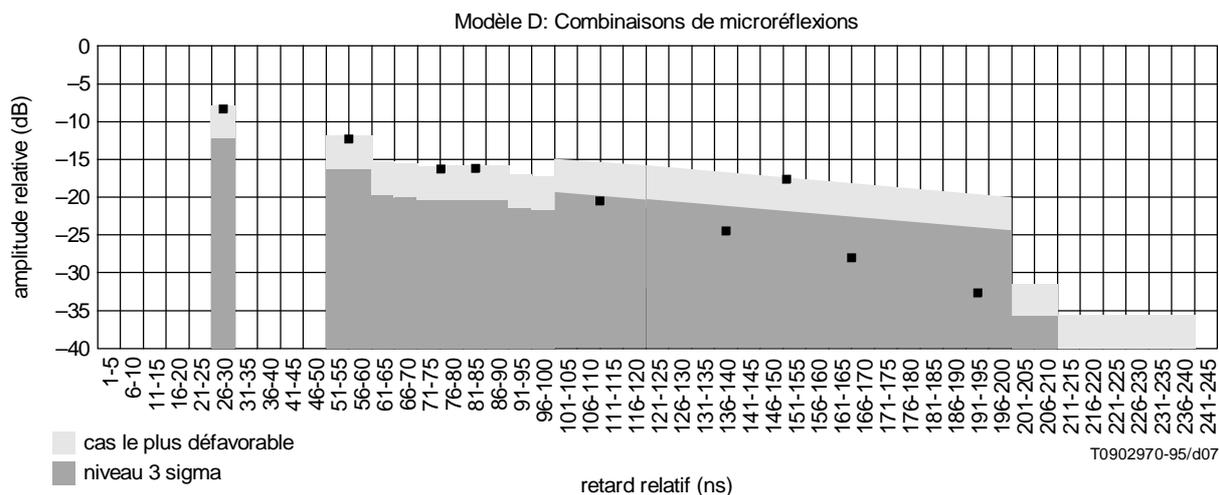


FIGURE A.I.4/J.84

Modèle D de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S

Appendice A.II

Exemples de performance obtenus avec des égaliseurs en modulation MAQ-64 et MDP-4

[à l'Annexe A (informatif)]

On étudie ci-dessous les performances de deux systèmes SMATV possibles, évaluées par simulation informatique:

un système SMATV de type A1, avec transmodulation de MDP-4 en MAQ-64, rapidité de modulation $R_s = 6,9$ MBd sur des voies de 8 MHz, débit binaire utile de 38 Mbit/s en sortie de multiplex MPEG;

un système SMATV de type A2, avec modulation en MDP-4 et codage convolutionnel poinçonné au débit 3/4, vitesse de modulation $R_s = 25,8$ MBd et débit binaire utile de 35,6 Mbit/s en sortie de multiplex MPEG.

Afin de résoudre les distorsions linéaires introduites par le réseau SMATV, on a inséré dans le récepteur un égaliseur «systématique» (voir [4] dans l'Appendice A.IV), composé d'un filtre transversal fonctionnant au rythme symbole à réponse impulsionnelle finie (FIR) (*finite impulse response*). La deuxième prise de l'égaliseur a été mise à «1» car on peut généralement exclure la présence, dans les installations SMATV, de prééchos. Les résultats sont fondés sur l'hypothèse d'un égaliseur en régime, après la fin de la phase de verrouillage systématique.

Les simulations ont pris en compte certains cas critiques de voies SMATV, telles que mesurées sur un réseau SMATV simulé physiquement pour un bâtiment de 5 étages (voir [3] dans l'Appendice A.IV). Les caractéristiques d'amplitude et de temps de propagation de groupe dans les canaux sont indiquées aux Figures A.II.1 et A.II.6. Le premier cas (Réponse n° 1) se rapporte à un canal de 40 MHz, approprié au système A2, alors que les autres cas (de la Réponse n° 2 à la Réponse n° 6) se rapportent à des canaux de 8 MHz, appropriés au système A1.

A.II.1 Système SMATV A1 – Résultats de simulation

Dans le système A1, le signal est régénéré à l'entrée du réseau SMATV. C'est pourquoi le générateur de bruit a été placé, dans les simulations, à l'entrée du démodulateur de MAQ-64, en sortie de réseau SMATV. Sans égalisation, on a obtenu des niveaux de dégradation très importants. Avec égalisation adaptative travaillant sur 6 prises espacées d'un temps symbole, la dégradation du rapport signal sur bruit a été inférieure à 1,5 dB pour les 5 réponses de réseau analysées [2], pour un BER égal à 2×10^{-4} (avant correction par décodage de Reed-Solomon). Ces résultats correspondent à une valeur de 23,8 dB dans un canal gaussien idéal de largeur de 7 MHz; ils ne tiennent toutefois pas compte d'éventuelles dégradations ajoutées par des distorsions de non-linéarité dans l'amplificateur de tête de réseau câblé.

On peut donc conclure qu'avec le système SMATV A1 (en configuration MAQ-64) l'emploi d'égaliseurs adaptables est obligatoire pour compenser les dégradations typiques d'un réseau SMATV. Dans le cas d'anciennes installations de câble de mauvaises caractéristiques (par exemple avec des niveaux d'écho de 8 dB à 12 dB environ, comme indiqué dans les

Figures A.I.1 à A.I.4 de l'Appendice A.I), l'utilisation de l'égaliseur pourrait cependant ne pas être suffisante pour garantir une disponibilité de service à 100% en cas d'adoption de la modulation MAQ-64. Dans le cas d'installations nouvelles, conformes à [8] de l'Appendice A.IV, un égaliseur approprié peut garantir la disponibilité de service en MAQ-64.

Des essais matériels avec un modem en MAQ-16 avec égalisation à verrouillage systématique, ont démontré une bonne performance sur le réseau SMATV décrit ci-dessus (voir [3]).

En ce qui concerne le nombre requis, N , de prises (espacées d'un temps symbole) de l'égaliseur, on peut considérer que la gamme des retards d'écho, T_e , est de l'ordre de 220 ns dans un réseau SMATV type, comme indiqué sur les Figures A.I.1 à A.I.4 (la MAQ-64 exige des rapports porteuse sur brouillage, C/I , de l'ordre de 35 dB). En admettant que la deuxième prise de l'égaliseur soit mise à «1», il convient, pour obtenir une bonne performance en présence de la MAQ-64 et d'échos de niveau élevé, que le nombre N de prises soit plus grand que $2 + 2 T_e/T_s$. Pour un intervalle unitaire de durée $T_s = 143$ ns, il y aura donc lieu que la longueur minimale du registre d'égalisation soit d'environ 6 prises, bien que 8 à 10 prises puissent offrir une marge supplémentaire pour absorber des échos plus longs.

A.II.2 Système SMATV A2 – Résultats de simulation

Etant donné que, dans un réseau SMATV adoptant le système A2, la principale source de bruit est située sur la liaison descendante du satellite, lors des simulations on a placé la source de bruit avant le réseau SMATV. La fonction de transfert de ce réseau, utilisée pour les simulations, est la «Réponse n° 1» de la Figure A.II.1.

Pour un $BER = 10^{-4}$ avant correction Reed-Solomon, le réseau SMATV a apporté une dégradation du rapport C/N requis (calculé dans une bande de 26,8 MHz de largeur), d'environ 1,4 dB dans le système sans égaliseur tandis qu'avec celui-ci la dégradation était réduite à 0,4 dB [2]. Ces résultats se rapportent à un canal gaussien idéal avec rapport $C/N = 6,1$ dB, marge d'insertion exclue. Pour le système SMATV A2, fondé sur la robuste modulation MDP-4, l'utilisation dans le récepteur d'un égaliseur adaptatif paraît donc aussi importante que dans le cas précédent pour que l'on puisse utiliser les installations SMATV actuelles avec une très faible dégradation additionnelle du rapport C/N par rapport à la réception directe des signaux de satellite.

Des essais matériels avec un modulateur en MDP-4 plus codage convolutif poinçonné au débit 3/4, sans égaliseur, ont confirmé les résultats de simulation effectuée sur le réseau SMATV ci-dessus.

En ce qui concerne le nombre requis, N , de prises (espacées d'un temps symbole) de l'égaliseur, on peut obtenir une bonne performance en MDP-4 pour $N > 2 + (T_e/T_s)$ où T_e est la diffusion du temps de propagation de l'écho à considérer, en supposant que le deuxième pôle de l'égaliseur est mis à «1». Pour une diffusion $T_e = 220$ ns, comme indiqué sur la Figure A.I.1 et un intervalle unitaire $T_s = 30$ ns, il y a lieu que la longueur minimale du registre égaliseur soit d'environ 10 prises.

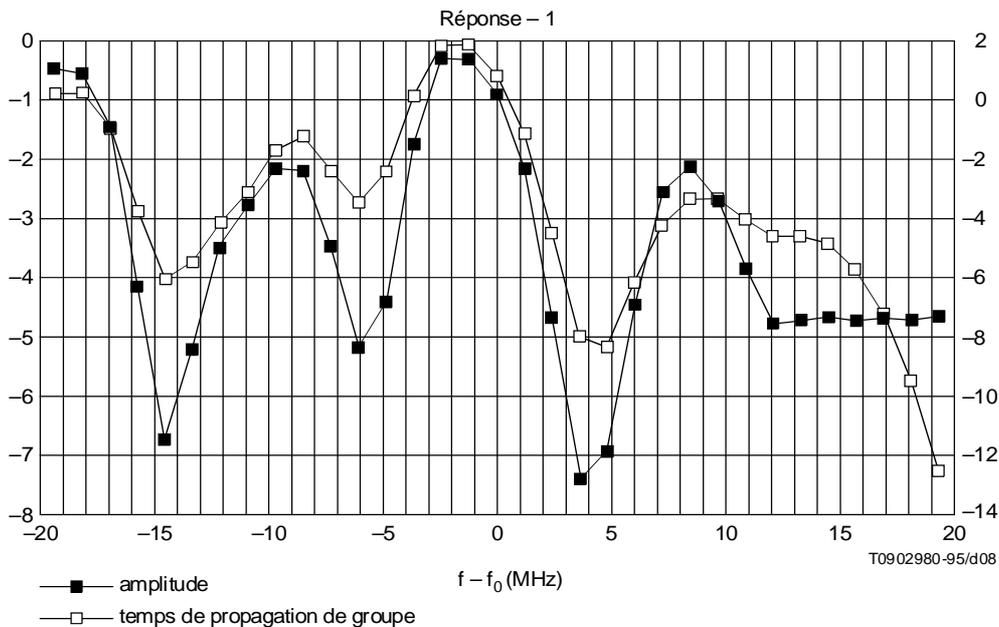


FIGURE A.II.1/J.84

Exemple représentatif de la fonction de transfert mesurée sur le réseau SMATV considéré

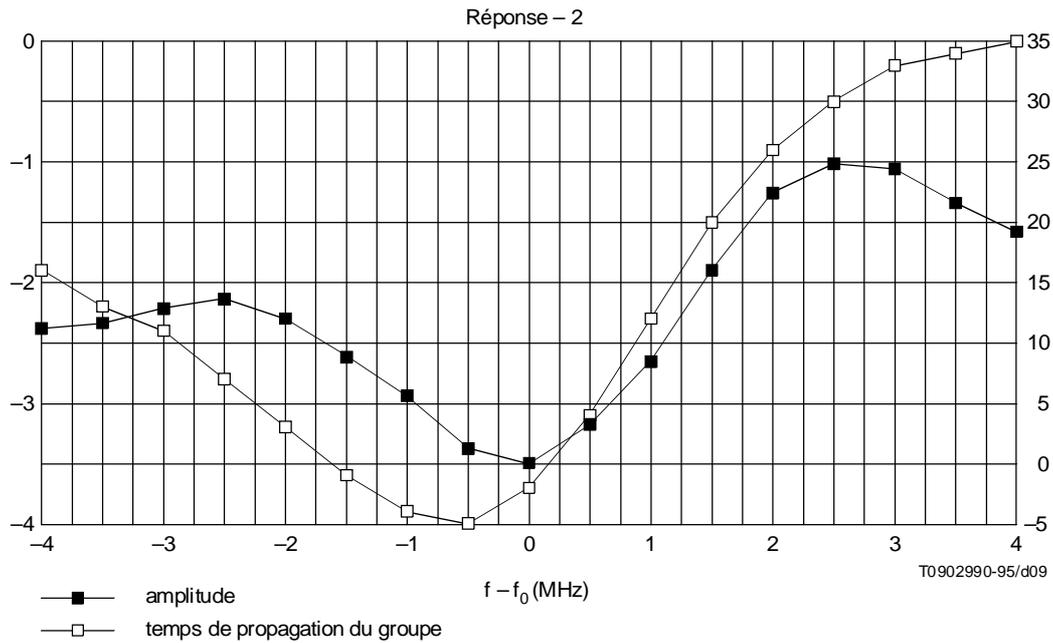


FIGURE A.II.2/J.84

Exemple représentatif de la fonction de transfert mesurée sur le réseau SMATV considéré

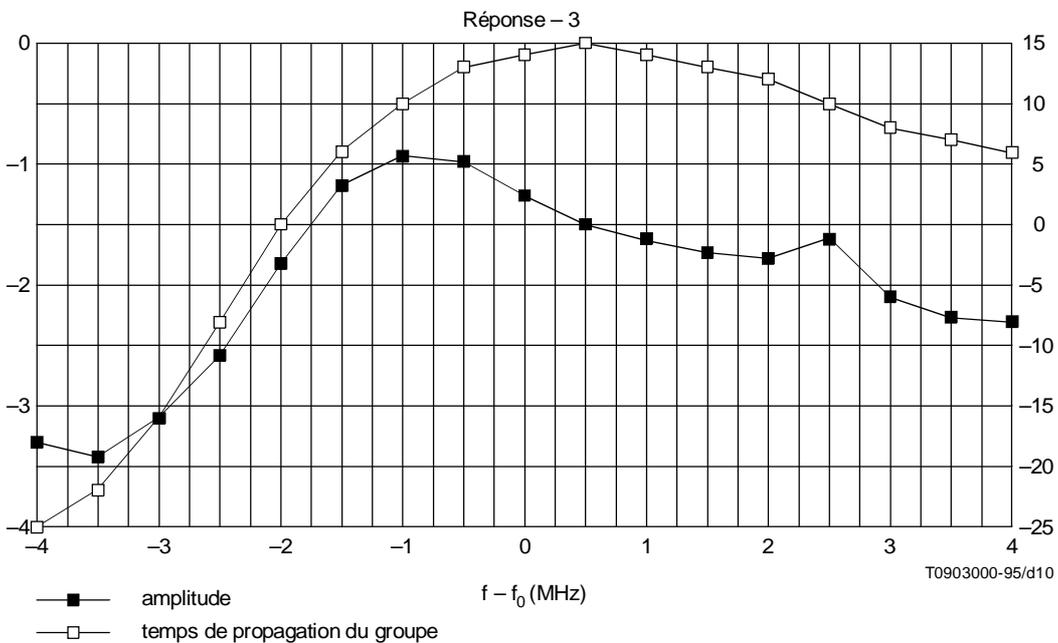


FIGURE A.II.3/J.84

Exemple représentatif de la fonction de transfert mesurée sur le réseau SMATV considéré

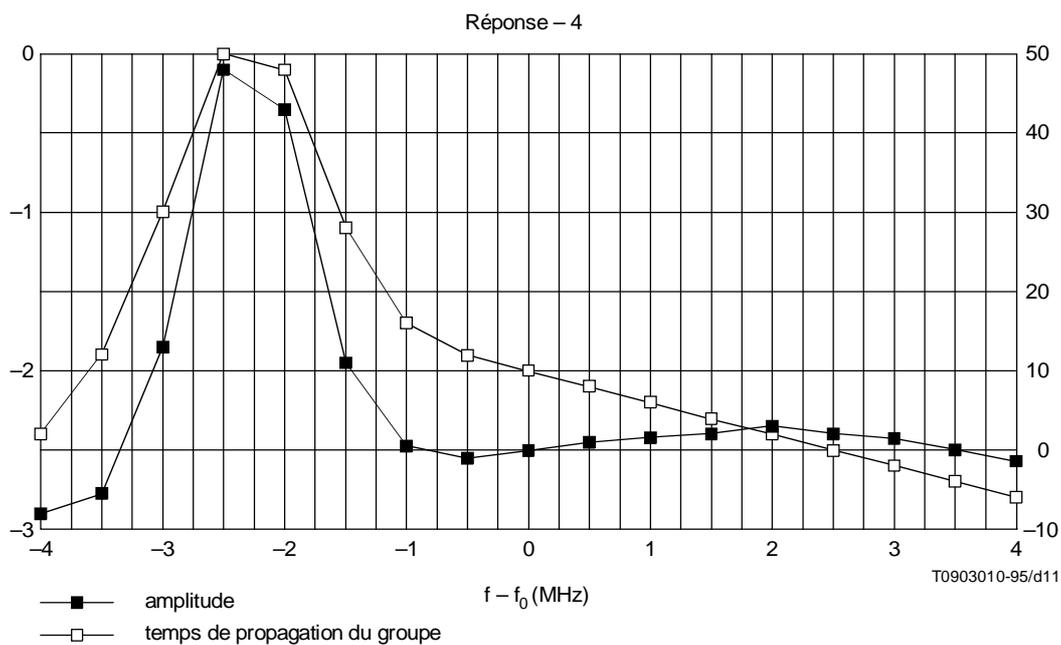


FIGURE A.II.4/J.84

Exemple représentatif de la fonction de transfert mesurée sur le réseau SMATV considéré

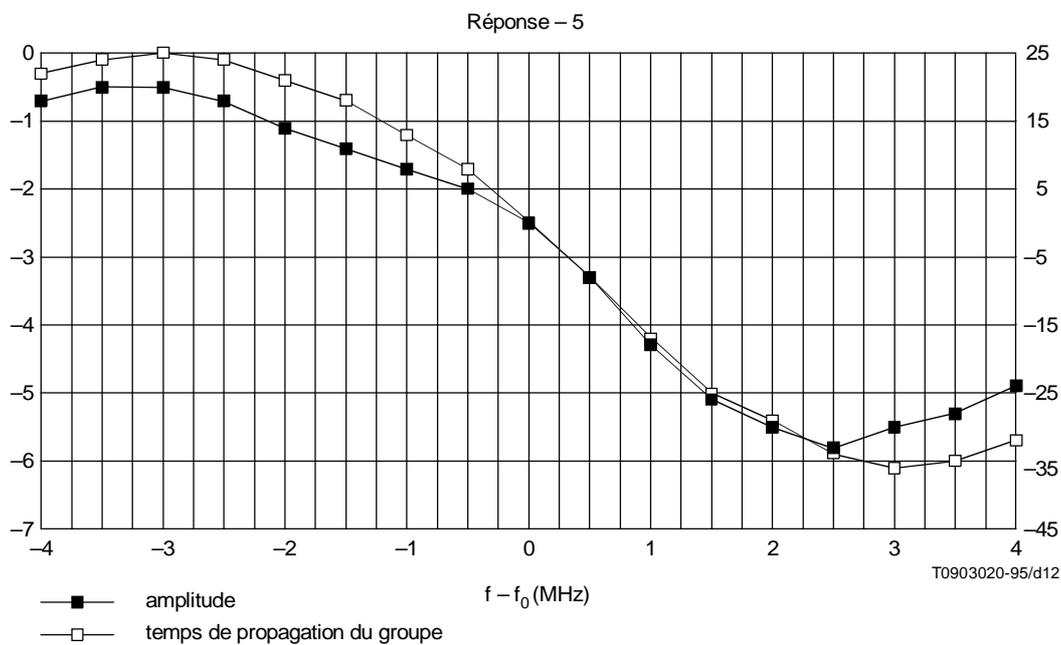


FIGURE A.II.5/J.84

Exemple représentatif de la fonction de transfert mesurée sur le réseau SMATV considéré

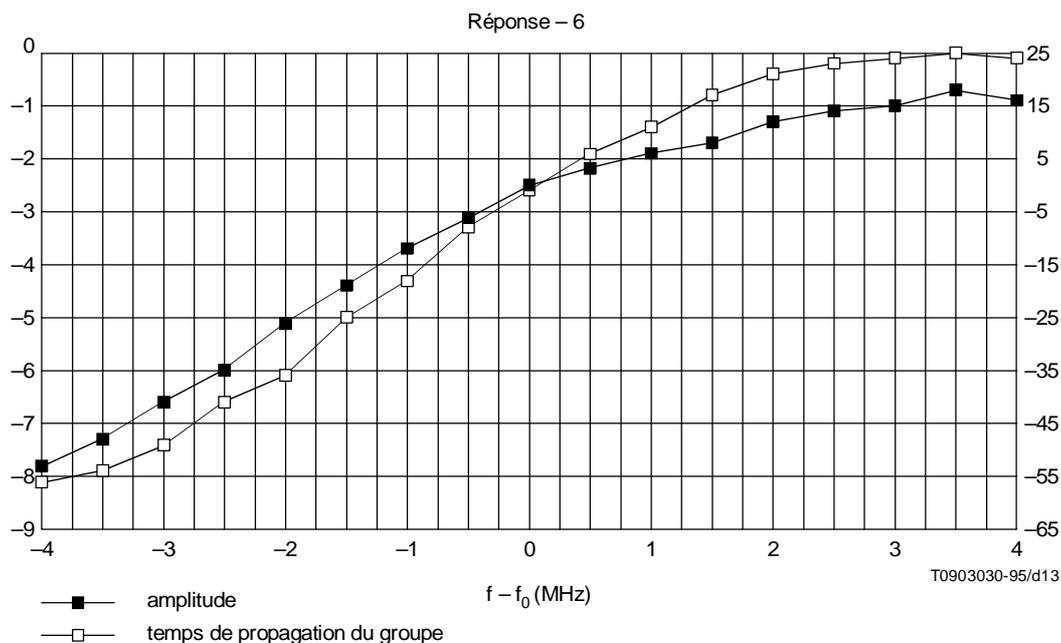


FIGURE A.II.6/J.84

Exemple représentatif de la fonction de transfert mesurée sur le réseau SMATV considéré

Appendice A.III

Considérations relatives au débit binaire dans les systèmes de distribution SMATV

[à l'Annexe A (informatif)]

De façon à obtenir une retransmission transparente des services par satellite sur les systèmes SMATV, il est nécessaire de tenir compte des limites imposées par le système SMATV A1 dans la largeur de bande de 8 MHz des canaux sur câble.

Le Tableau A.III.1 ci-dessous montre les plages possibles de rapidité de modulation et les largeurs de bande occupées en SMATV pour différents débits binaires utiles par satellite. On a pris en considération les constellations correspondant aux modulations MAQ-16, MAQ-32 et MAQ-64 du système SMATV A1.

Afin d'assurer une transparence complète, il convient d'utiliser le même débit binaire utile (hors codage RS) dans le satellite et dans le réseau câblé SMATV.

La rapidité de modulation maximale théorique dans une voie SMATV de 8 MHz est de 6,96 MBd avec un facteur d'arrondi de 0,15. Le Tableau A.III.1 contient des valeurs indicatives de débit binaire utile.

Des contraintes en termes de largeur de canal existent dans un certain nombre de réseaux SMATV très chargés, ce qui limite la bande passante utile à 7 MHz. Pour de tels réseaux actuels très chargés, la transmission à une rapidité de modulation d'environ 6 MBd est réalisable avec une dégradation acceptable du signal. Les rapidités indiquées au-dessus du trait gras sont compatibles avec l'architecture simplifiée à transmodulation transparente, qui facilite le fonctionnement d'une liaison de satellite à des BER supérieurs au seuil prescrit (avant codage RS) pour un diamètre d'antenne donné. Toutefois, la mise à niveau des amplificateurs voie par voie actuels peut éliminer de telles limitations.

Le Tableau A.III.2 montre les valeurs indicatives de capacité SMATV dans le cas de canaux en MDP-4 répartis dans l'hyperbande étendue actuelle ou dans la bande intermédiaire satellite existante, pour les rapidités de modulation mentionnées en [2]. D'autres rapidités et d'autres espacements des canaux sont possibles.

TABLEAU A.III.1/J.84

**Exemples de retransmission transparente de TV par satellite sur des réseaux SMATV
utilisant le même débit binaire utile R_u (hors codage RS)**

Exemples de débits R_u par satellite pour BW (-3 dB)/ $R_s = 1,27$ (après MUX MPEG-2) (Mbit/s)	MAQ-16		MAQ-32		MAQ-64	
	Rapidité de modulation (MBd)	BW occupée (MHz)	Rapidité de modulation (MBd)	BW occupée (MHz)	Rapidité de modulation (MBd)	BW occupée (MHz)
18,9	5,13	5,90	4,10	4,72	3,42	3,93
19,6	5,32	6,11	4,25	4,89	3,54	4,07
21,7	5,88	6,77	4,70	5,41	3,92	4,51
24,0	6,51	7,49	5,21	5,99	4,34	4,99
25,2	6,84	7,86	5,47	6,29	4,56	5,24
26,1			5,66	6,51	4,72	5,43
26,2			5,68	6,54	4,74	5,45
28,3			6,14	7,06	5,12	5,88
29,0			6,29	7,24	5,24	6,03
29,4			6,38	7,34	5,32	6,11
31,5			6,84	7,86	5,70	6,55
31,9			6,92	7,96	5,77	6,63
32,6					5,89	6,78
32,7					5,91	6,80
33,1					5,99	6,88
33,4					6,04	6,95
34,4					6,22	7,15
34,8					6,29	7,24
35,9					6,49	7,47
36,2					6,55	7,53
38,1					6,89	7,92
31,672 (PDH)			6,87	7,90	5,73	6,59
 <p>largeur de bande (BW) de 7 MHz des canaux câble.</p>  <p>largeur de bande (BW) de 8 MHz des canaux câble.</p>						

TABLEAU A.III.2/J.84

Capacité des systèmes SMATV-S et SMATV-BIS

Débit RS (MBd)	Espacement minimal des canaux (MHz)	Nombre de canaux		
		Hyperbande étendue (230-470 MHz) (voir Note)	Bande intermédiaire satellite (0,95-2,05 GHz) (voir Note)	Total
42,2	57,0	4	19	23
35,9	48,5	4	22	26
31,5	42,5	5	25	30
28,1	37,9	6	28	34
25,8	34,8	6	31	37
23,4	31,6	7	34	41
21,1	28,5	8	38	46
20,3	27,4	8	40	48

NOTE – Les plages de fréquence indiquées entre parenthèses ne sont qu'indicatives. Des bandes plus larges sont possibles dans certaines circonstances.

Appendice A.IV

[à l'Annexe A (informatif)]

Bibliographie

- [1] REIMERS (U.), NAB'93, document GT V4/MOD 249: The European perspectives on Digital Television Broadcasting (*Les perspectives européennes en matière de diffusion numérique de télévision*).
- [2] MASENTO (A.), MIGNONE (V.), MORELLO (A.): Performance of 64-QAM and QPSK in SMATV installations – Simulation results, *Report No. 94/xx/E (Performance des modulations MAQ-64 et MDP-4 dans les installations SMATV – Résultats de simulation)*.
- [3] GARAZZINO (G.), SARDELLA (V.): Preliminary 16-QAM transmission tests in the UHF Band on a SMATV network, *RAI Technical Report No. 94/28/I (Essais préliminaires de transmission en MAQ-16 dans la bande UHF sur un réseau SMATV)*.
- [4] BENVENISTE (A.), GOURSAT (M.): Blind equalisers, *IEEE Trans. Comm.*, vol. COM-32, pp. 871-883, août 1984 (*Egaliseurs à verrouillage systématique*).
- [5] DVB-TM 1259 (juillet 1994): Satellite digital TV in collective antenna systems – SMATV reference channel model for digital TV, RACE DIGISMATV Project (*TV numérique par satellite dans les systèmes à antenne collective – Modèle de réponse dans les voies SMATV pour la TV numérique – Projet DIGI-SMATV du programme RACE*).
- [6] DTVB 1190/DTVC 38, 3rd revised version, February 1994 (Contribution from DTVC), document: Specification of modulation, channel coding and framing structure for the Baseline System for digital multi-programme television by cable (3^e version révisée, février 1994 – *Contribution du groupe sur la télévision numérique par câble*) – *Spécification de la modulation, du codage de canal et de la structure de trame pour le système de base de télévision numérique multiprogramme par câble*.
- [7] DTVB 1110/GT V4/MOD 252/DTVC 18, 7th revised version, January 1994 (Contribution from V4/MOD-B), document: Specification of the “Baseline modulation/channel coding system” for digital multi-programme television by satellite (7^e version révisée, janvier 1994 – *Spécification du «système de base pour le codage de canal et la modulation» pour la télévision numérique multiprogramme par câble*).
- [8] CENELEC prEN 50083-3, juin 1993 (*prénorme européenne 50083-3 du Comité européen de normalisation électrotechnique*).

Annexe B

Système SMATV numérique multiprogramme B

Le système B de la Recommandation J.83 n'a pas de système SMATV homologue.

Annexe C

Système SMATV numérique multiprogramme C

Ce système correspond au système C de la Recommandation J.83. Il est à l'étude.

Annexe D

Système SMATV numérique multiprogramme D

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

D.1 Introduction

La présente annexe décrit le traitement effectué en tête de réseau câblé et la configuration des équipements convenant aux systèmes SMATV, dans le cas de l'utilisation du système de transmission numérique en bande latérale résiduelle (BLR) sur câble en mode BLR-16. La Figure D.1 décrit l'architecture d'un tel réseau SMATV. Ce système est compatible avec la description donnée dans l'Annexe D de la Recommandation J.83.

D.2 Conception du système SMATV-BLR

La Figure D.1 décrit une configuration possible de l'équipement en tête de réseau câblé pour systèmes SMATV (ainsi que pour les têtes de distribution par câble). Bien que le trajet des signaux soit représenté pour la réception par satellite et l'insertion dans un réseau SMATV, d'autres possibilités existent pour alimenter le système (comme des signaux de Terre).

La partie supérieure de la Figure D.1 montre une source de paquets au format MPEG-2 de 188 octets, reçus par satellite et traités par un démodulateur et des circuits d'interface appropriés.

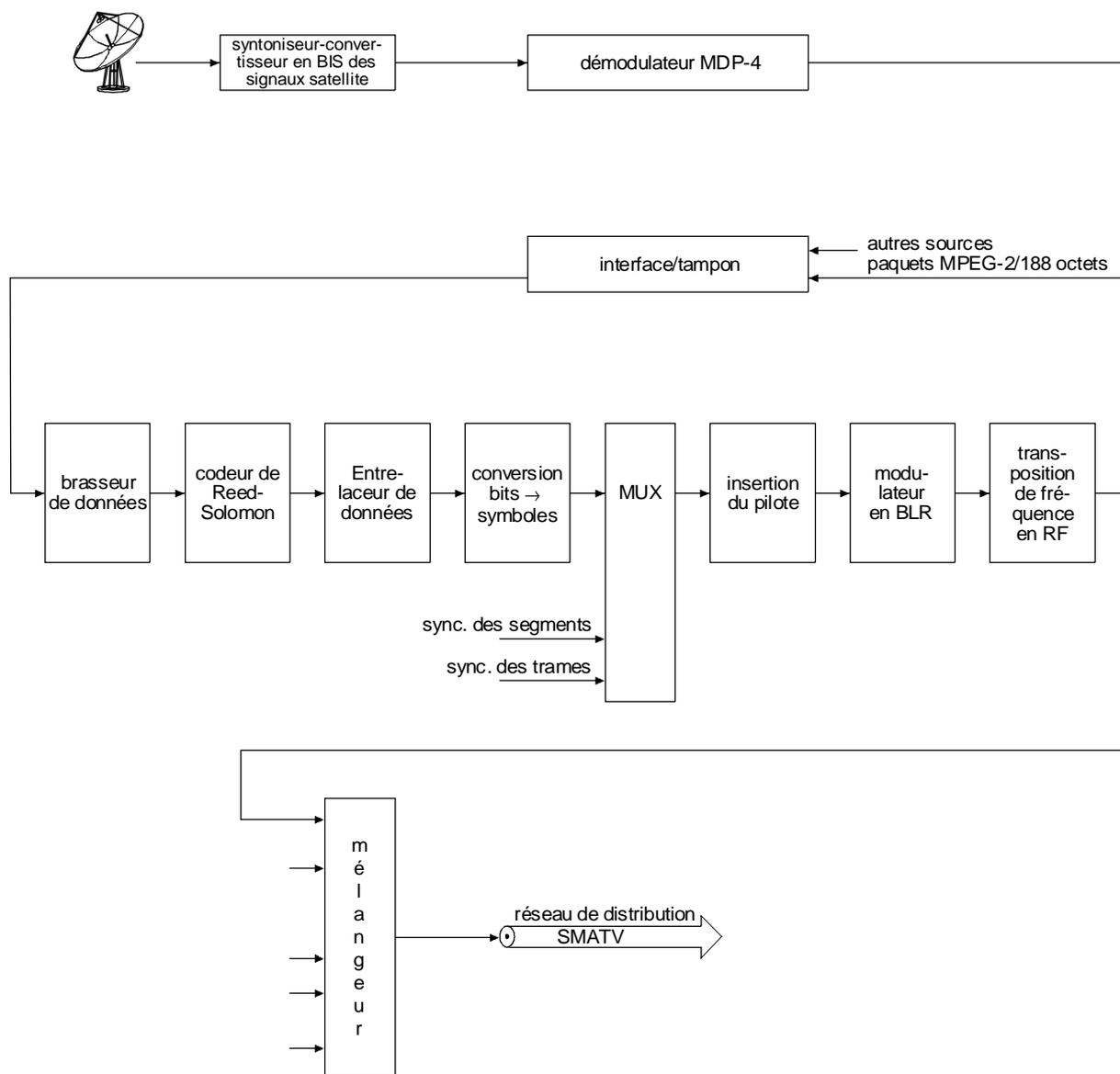
La Figure D.1 montre le mélange de ces sources de paquets MPEG-2/188 octets avec d'autres sources, dans une mémoire tampon d'interface. Ces sources mélangées sont injectées dans un émetteur de tête de câble en BLR-16 (décrit dans [1]) dont la sortie peut être remélangée avec d'autres sources de signaux radioélectriques. Selon cette description, le débit binaire utile de la modulation BLR-16, d'une valeur nominale de 38,78 Mbit/s (pour une largeur de voie de 6 MHz), est fourni en partie par le satellite source et en partie par d'autres sources numériques. Si le satellite source émet à un débit binaire correspondant à la largeur d'une voie en BLR-16, un second émetteur tête de réseau peut traiter d'autres sources numériques en BLR-16 (de Terre ou de satellite).

D.3 Caractéristiques communes des têtes de réseau SMATV

Les installations SMATV sont normalement utilisées dans des réseaux câblés privés de résidences multiples où la tête du câble n'est pas surveillée et fait appel à des équipements de type grand public. La configuration décrite sur la Figure D.1 est censée répondre à ces conditions, dans la mesure où les éléments constitutifs, tels que les circuits intégrés, sont ceux dont l'utilisation est prévue dans les récepteurs de signaux numériques de Terre.

D.4 Conclusion

La configuration de tête de réseau SMATV pour réception satellite qui a été décrite présente des caractéristiques communes permettant l'acheminement d'autres signaux numériques. Son coût est accessible et sa robustesse répond aux exigences des têtes de réseau SMATV actuelles.



T0903150-95/d14

FIGURE D.1/J.84

Configuration de l'équipement d'une tête de réseau SMATV

affaiblissement des microréflexions, 10
 Capacité des systèmes SMATV-S et SMATV-BIS, 19
 Caractéristiques communes des têtes de réseau SMATV, 20
 Conception des systèmes de distribution par SMATV, 5
 Conception du système SMATV-BLR, 20
 Configuration de l'équipement d'une tête de réseau SMATV, 21
 Configuration du système SMATV A1, 7
 Configurations SMATV-BIS et SMATV-S du système SMATV A2, 8
 Considérations relatives au débit binaire dans les systèmes de distribution SMATV, 17
 Couche de transport MPEG-2, 9
 Définition des caractéristiques nécessaires pour les égaliseurs adaptatifs, 10
 délai dû aux microréflexions, 10
 équipement de transmodulation en tête de réseau, 5
 Exemples de performance obtenus avec des égaliseurs en modulation MAQ-64 et MDP-4, 12
 fonction de transfert mesurée sur le réseau SMATV considéré, 14
 Mise en œuvre complète du système SMATV A1, 5
 Mise en œuvre simplifiée du système SMATV A1, 7
 Modèle A de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S, 10
 Modèle B de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S, 11
 Modèle C de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S, 11
 Modèle D de réponse du canal RF d'un réseau de distribution SMATV dans les bandes UHF et S, 12
 modèle de canal, 9
 Modèles de canal pour les systèmes de distribution SMATV, 9
 récepteur-décodeur intégré (IRD) d'utilisateur, 5
 réseau SMATV de distribution en UHF, 5
 Schéma fonctionnel d'un système SMATV A1, 7
 Système SMATV A1, 5
 Système SMATV A1 – Résultats de simulation, 12
 Système SMATV A2, 8
 Système SMATV A2 – Résultats de simulation, 14
 Système SMATV numérique multiprogramme B, 20
 Système SMATV numérique multiprogramme C, 20
 Système SMATV numérique multiprogramme D, 20
 Système SMATV numérique multiprogramme de type A, 3
 Système SMATV-BIS, 9
 Système SMATV-S, 9
 Systèmes numériques multiprogrammes SMATV, 3



Imprimé en Suisse
Genève, 1996