UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

# UIT-T J.118

(05/2000)

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

SÉRIE J: TRANSMISSION DES SIGNAUX RADIOPHONIQUES, TÉLÉVISUELS ET AUTRES SIGNAUX MULTIMÉDIAS

Services interactifs pour la distribution de télévision numérique

# Systèmes d'accès pour services interactifs sur des réseaux SMATV/MATV

Recommandation UIT-T J.118

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE J

**TRANSMISSION DES SIGNAUX RADIOPHONIQUES, TÉLÉVISUELS ET AUTRES SIGNAUX MULTIMÉDIAS**

| | |
|---|---|
| Recommandations générales | J.1–J.9 |
| Spécifications générales des transmissions radiophoniques analogiques | J.10–J.19 |
| Caractéristiques de fonctionnement des circuits radiophoniques analogiques | J.20–J.29 |
| Equipements et lignes utilisés pour les circuits radiophoniques analogiques | J.30–J.39 |
| Codeurs numériques pour les signaux radiophoniques analogiques | J.40–J.49 |
| Transmission numérique de signaux radiophoniques | J.50–J.59 |
| Circuits de transmission télévisuelle analogique | J.60–J.69 |
| Transmission télévisuelle analogique sur lignes métalliques et interconnexion avec les faisceaux hertziens | J.70–J.79 |
| Transmission numérique des signaux de télévision | J.80–J.89 |
| Services numériques auxiliaires propres aux transmissions télévisuelles | J.90–J.99 |
| Prescriptions et méthodes opérationnelles de transmission télévisuelle | J.100–J.109 |
| **Services interactifs pour la distribution de télévision numérique** | **J.110–J.129** |
| Transport des signaux MPEG-2 sur les réseaux par paquets | J.130–J.139 |
| Mesure de la qualité de service | J.140–J.149 |
| Distribution de la télévision numérique sur les réseaux locaux d'abonnés | J.150–J.159 |

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

**Recommandation UIT-T J.118**

# Systèmes d'accès pour services interactifs sur des réseaux SMATV/MATV


## Résumé

La présente Recommandation "Systèmes d'accès pour services interactifs sur des réseaux SMATV/MATV" couvre la définition de la structure de trame, du codage de canal et de la modulation pour la fourniture d'un canal d'interaction à travers des réseaux SMATV/MATV, allant de l'utilisateur vers la tête de réseau SMATV/MATV.

La présente Recommandation définit deux variantes technologiques actuelles pour la fourniture du service interactif dans les réseaux SMATV/MATV en fonction d'une classification basée sur la largeur de bande. La solution basée sur le câble convient en particulier à des applications à large bande, alors que la solution AMRT avec liaison maîtresse à faible débit convient aux applications à bande étroite.



## Source

La Recommandation J.118 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 9 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 18 mai 2000 selon la procédure définie dans la Résolution 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'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

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

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

## NOTE

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

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2001

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 | Domaine d'application | 1 |
| 2 | Références normatives | 2 |
| 3 | Abréviations et définitions | 2 |
| 4 | Caractéristiques interactives du système SMATV/MATV | 4 |
| 5 | Modèle de référence pour l'architecture système des canaux d'interaction à bande étroite dans un scénario de diffusion (services interactifs asymétriques) | 5 |
| 5.1 | Modèle de pile de protocoles | 6 |
| 5.2 | Modèle système | 6 |
| 5.3 | Application du modèle de référence au canal d'interaction SMATV | 7 |
| 6 | Canal d'interaction pour les systèmes SMATV/MATV | 9 |
| 6.1 | Description du système | 9 |
| 6.2 | Démarche basée sur la solution "câble" | 11 |
| 6.2.1 | Allocation de spectre | 13 |
| 6.2.2 | Accès multiple FDM/TDMA | 13 |
| 6.2.3 | Débits et mise en trame | 15 |
| 6.3 | Démarche basée sur la solution de liaison maîtresse ou TDMA à faible débit | 18 |
| 6.3.1 | Caractéristiques principales | 18 |
| 6.3.2 | Couche Physique | 19 |
| 6.3.3 | Domaine de fréquences | 20 |
| 6.3.4 | Budget de puissance et réglage de la puissance | 20 |
| 6.3.5 | Couche de commande MAC | 20 |
| 6.3.6 | Adresse de commande MAC | 20 |
| 6.3.7 | Mécanisme d'accès TDMA | 20 |
| 6.3.8 | Mise en trame | 21 |
| 6.3.9 | Procédure de contrôle d'erreurs | 22 |
| 6.4 | Interface de tête de réseau SMATV/MATV avec d'autres réseaux | 22 |
| 6.4.1 | Interface série RS-232 | 22 |
| 6.4.2 | Autres interfaces | 23 |
| Appendice I – Compte rendu de mesures sur le système de liaison maîtresse pour les réseaux SMATV/MATV | | 24 |
| I.1 | Introduction | 24 |
| I.2 | Description du banc d'essais | 24 |
| I.3 | Mesures | 24 |
| I.3.1 | Taux d'erreurs de bit du signal GMSK | 25 |
| I.3.2 | Atténuation maximale tolérable | 25 |

Page

I.3.3 Spectre de fréquence intermédiaire ..... 25
I.3.4 Performances en présence de distorsions linéaires ..... 26
I.5 Conclusions ..... 27
Appendice II –Compte rendu concernant la simulation du signal GMSK utilisé par le système de liaison maîtresse dans les réseaux SMATV/MATV ..... 28
II.1 Introduction ..... 28
II.2 Description de la simulation ..... 28
II.3 Analyse des fonctions de transfert des réseaux considérés ..... 29
II.4 Résultats de simulation ..... 30
II.5 Conclusions ..... 32
II.6 Bibliographie ..... 33

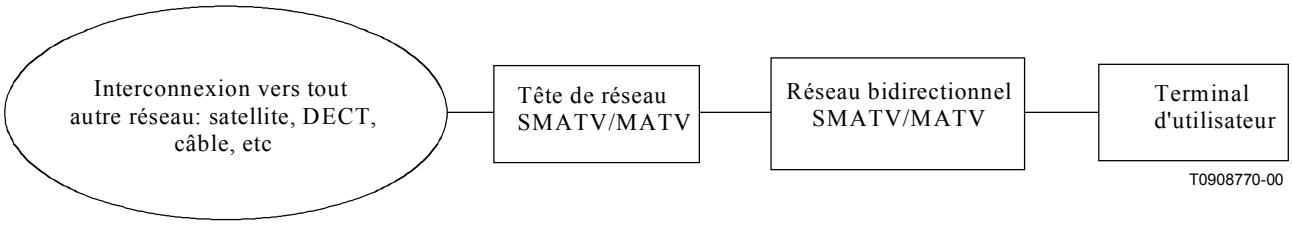
**Recommandation UIT-T J.118**

# Systèmes d'accès pour services interactifs sur des réseaux SMATV/MATV

## 1 Domaine d'application

La présente Recommandation étend le domaine d'application de l'UIT-T J.84 "Distribution par réseaux à tête de réception collective par satellite de signaux numériques multiprogrammes pour services de télévision, son et données" à la fourniture de données bidirectionnelles pour des services interactifs sur des réseaux coaxiaux SMATV/MATV.

Le domaine d'application de la présente Recommandation est la définition de la structure de trame, du codage de canal et de la modulation pour la fourniture du service interactif dans des réseaux SMATV/MATV. La présente Recommandation fournit les éléments nécessaires à l'implémentation d'un canal d'interaction entre le terminal utilisateur et les équipements de tête de réseau SMATV/MATV. D'autres types d'équipements peuvent être implémentés sans difficulté entre la tête de réseau SMATV/MATV et le fournisseur de réseau. La figure qui suit décrit l'architecture système utilisée dans la présente Recommandation.




La présente Recommandation décrit deux possibilités technologiques différentes qui spécifient des systèmes devant être utilisés pour les interactions dans le système SMATV/MATV.

Les deux variantes technologiques pour la fourniture du service interactif dans des réseaux SMATV/MATV ont été classées en fonction d'un critère de largeur de bande. La solution basée sur le câble convient lorsque des applications à large bande sont concernées (se référer au 6.2), alors que l'accès TDMA sur liaison principale à faible débit convient pour des applications à bande étroite (se référer au 6.3).

D'autres systèmes de canal d'interaction peuvent également être employés par les utilisateurs du système SMATV/MATV, par exemple le réseau RTGC/RNIS ou la radiotéléphonie DECT.

Les activités de recherche et de développement dans le cadre des programmes européens de recherche ACTS[1] ont démontré la faisabilité de l'interaction sur le canal pour le système SMATV/MATV. Des essais et des démonstrations ont indiqué que ce concept constitue une réalité à court terme et que des prototypes pris en charge par l'industrie sont disponibles.

---

[1] Les technologies et services de communication avancés (ACTS, *advanced communications, technologies and services*) font partie du programme de recherche et de développent de la Commission européenne. L'un des programmes, DIGISAT, a fourni une contribution significative pour les solutions de canal interactif dans les réseaux SMATV/MATV. Le projet S3M a également fourni une contribution pour la solution avec ligne maîtresse pour le canal d'interaction dans l'environnement SMATV/MATV, en particulier pour des réseaux SMATV/MATV de faible taille, avec une possibilité d'utilisation pour des réseaux SMATV/MATV plus importants du fait des caractéristiques modulaires de cette solution.

La présente Recommandation a pour objet d'assurer que les concepteurs et les installateurs de réseaux SMATV véhiculant des services interactifs disposeront des informations leur permettant de mettre en place et de maintenir des réseaux apportant une totale satisfaction. Elle fournit également les informations dont ont besoin les concepteurs et les constructeurs d'équipements (y compris de récepteurs) qui utilisent des signaux numériques interactifs sur des réseaux SMATV.

La présente Recommandation contient les Appendices I et II informatifs qui fournissent des indications utiles pour l'implémentation du système interactif dans des installations SMATV/MATV.

## 2 Références normatives

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

[1] UIT-T J.84 (1997), *Distribution par réseaux à tête de réception collective par satellite de signaux numériques multiprogrammes pour services de télévision, son et données.*

[2] 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] UIT-T J.83 (1997), *Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données.*

[4] UIT-T J.112 (1998), *Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble.*

[5] UIT-T J.111 (1998), *Protocoles indépendants du réseau pour systèmes interactifs.*

[6] UIT-T V.24 (2000), *Liste des définitions des circuits de jonction entre l'équipement terminal de traitement de données et l'équipement de terminaison du circuit de données.*

[7] UIT-T V.28 (1993), *Caractéristiques électriques des circuits de jonction dissymétriques pour transmission par double courant.*

[8] UIT-T X.25 (1996), *Interface entre équipement terminal de traitement de données et équipement de terminaison de circuit de données pour terminaux fonctionnant en mode paquet et raccordés par circuit spécialisé à des réseaux publics pour données.*

[9] ISO 2110:1989, *Technologies de l'information – Communication de données – Connecteurs d'interface ETTD/ETCD à 25 pôles et affectation des numéros de contact.*

[10] ETSI EN 50201 (1998), *Interfaces pour décodeurs IRD de diffusion DVB.*

## 3 Abréviations et définitions

**3.1** La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

BC canal de diffusion (*broadcast channel*)

BIM module d'interface de diffusion (*broadcast interface module*)

CATV système de télévision à distribution par câble (*cable TV distribution system*)

CDM multiplexage par différence de code (*code division multiplex*)

CTS prêt à émettre (*clear to send*)

DVB diffusion vidéonumérique (*digital video broadcasting*)

| | |
|---|---|
| ETCD | équipement de terminaison du circuit de données |
| ETS | Norme européenne de télécommunication (*European Telecommunications Standard*) |
| ETTD | équipement terminal de traitement de données |
| IB | dans la bande (*in-band*) |
| IC | canal d'interaction (*interaction channel*) |
| IIM | module d'interface interactif (*interactive interface module*) |
| INA | adaptateur de réseau interactif (*interactive network adapter*) |
| IRD | récepteur décodeur intégré (*integrated receiver decoder*) |
| ISCM | module commercial pour services interactifs (diffusion DVB) [*interactive services commercial module (DVB)*] |
| MAC | commande d'accès au média (*media access control*) |
| MATV | télévision par antenne collective (*master antenna television*) |
| MMDS | système de distribution multipoint par micro-ondes (*microwave multipoint distribution system*) |
| MTU | unité de transfert maximale (*maximum transfer unit*) |
| NIU | unité d'interface de réseau (*network interface unit*) |
| OOB | hors bande (*out of band*) |
| OSI | interconnexion des systèmes ouverts (*open systems interconnection*) |
| QAM | modulation d'amplitude en quadrature (*quadrature amplitude modulation*) |
| QPSK | modulation par déplacement de phase quadrivalente (*quaternary phase shift keying*) |
| RTPC | réseau téléphonique public commuté |
| RTS | prêt à émettre (*request to send*) |
| SLIP | protocole d'interconnexion de ligne en série (*serial line interconnection protocol*) |
| SMATV | système de réception collective par satellite (*satellite master antenna television*) |
| STB | boîtier adaptateur (*set top box*) |
| STU | dispositif d'adaptation multimédia (*set top unit*) |
| TDM | multiplexage par répartition dans le temps (*time division multiplex*) |
| TDMA | accès multiple par répartition dans le temps (*time division multiplex access*) |
| TS | flux de transport (*transport stream*) |
| UIT | Union internationale des télécommunications |
| UIT-R | Secteur des radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications |
| UIT-T | Union internationale des télécommunications – Secteur de la normalisation des télécommunications |

**3.2** Les définitions pertinentes suivantes sont fournies:

**3.2.1 système SMATV A (SMATV-DTM)**: cette démarche système consiste à transformer la modulation de phase quadrivalente (QPSK) des signaux satellite définis dans la référence [2] en une modulation d'amplitude en quadrature (QAM) telle qu'elle est définie dans la référence [3]. Ce procédé de transformation de modulation sans passer par la bande de base est appelé "transformation de modulation transparente" et l'unité de tête de réseau qui effectue cette fonction est appelée "transmodulateur numérique transparent" (TDT, *transparent digital transmodulator*).

**3.2.2 système SMATV B**: ce système est basé sur l'utilisation de la modulation QPSK. Le concept du système B de télévision SMATV permet une réception directe des signaux de satellite numériques par conversion de la fréquence du signal satellite reçu vers une bande de fréquences adaptée aux caractéristiques du réseau de distribution SMATV. Les éléments fonctionnels de ce système sont indiqués dans la spécification de satellite fournie dans la référence [2]. Les deux configurations suivantes de système B de télévision SMATV sont prises en considération:

– **télévision SMATV-IF**: utilisant la fréquence intermédiaire (IF, *intermediate frequency*) telle qu'elle est fournie par le bloc à faible bruit (LNB, *low noise block*) (par exemple, dans la bande de 950 à 2150 MHz);

– **télévision SMATV-S**: utilisant une conversion vers la bande S étendue (par exemple de 230 à 470 MHz).

**3.2.3 terminal de groupement SMATV ou tête de réseau interactive**: le terminal de regroupement pour le système SMATV effectue la collecte et la distribution des informations en provenance ou à destination des terminaux utilisateur. Il se constitue de l'adaptateur réseau interactif (INA) du terminal de regroupement, des fonctions de commande MAC et de leurs interfaces avec d'autres réseaux en vue de la collecte et de la distribution des informations dans le réseau coaxial SMATV en relation avec chaque terminal utilisateur: module d'interface interactif (IIM, *interactive interface module*).

## 4 Caractéristiques interactives du système SMATV/MATV

Le système de télévision par antenne satellite collective (SMATV/MATV) était conçu au départ pour la distribution de signaux de télévision et de musique vers des ménages situés dans un ou plusieurs immeubles adjacents. L'apparition de nouveaux services numériques interactifs implique toutefois que les réseaux SMATV/MATV soient équipés d'un canal en retour permettant l'introduction de tels services. Ces types de réseau sont également appelés "installations d'antenne collective" ou "réseaux domestiques de télévision par câble". Un système SMATV constitue un moyen permettant à plusieurs utilisateurs de partager des ressources communes, à des fins d'émission et de réception de contenus.

La présente Recommandation fournit des exemples de référence pour l'implémentation d'un système de canal d'interaction prenant en charge deux scénarios différents.

***Scénario A*** – Environnement de ***services interactifs asymétriques prenant en charge la diffusion à domicile avec un canal de retour à bande étroite***. Ceci correspond au scénario de diffusion classique complété par des services interactifs à faible capacité, dont l'implémentation de masse est prévue dans un court laps de temps.

***Scénario B*** – Environnement orienté vers ***des services multimédias à large bande*** dans lesquels l'infrastructure d'interconnexion SMATV/MATV peut jouer un rôle très efficace.

Le modèle générique de référence de l'UIT de la Recommandation UIT-T J.110 a été appliqué pour le système décrit dans cette Recommandation. Le réseau d'interaction se subdivise en un réseau de prise en charge, une section coaxiale et une interface entre les deux. La section SMATV/MATV fournit les communications bidirectionnelles entre chaque terminal utilisateur et la tête de réseau SMATV/MATV située sur le toit de chaque immeuble.

Les systèmes SMATV/MATV interactifs décrits dans cette Recommandation proposent des solutions pour les communications bidirectionnelles entre l'utilisateur et la tête de réseau SMATV/MATV. Le système se constitue de deux composants principaux: la tête de réseau interactive ou terminal de regroupement et le module d'interface interactif SMATV/MATV ou terminal utilisateur. La liberté est laissée pour tout autre mode de connexion entre la tête de réseau et le fournisseur du service. Des solutions d'interconnexion sont en cours d'élaboration par d'autres Commissions de l'UIT sur la base de solutions filaires ou sans fil (satellites, terrestres, antenne collective, etc.)

La tête de réseau SMATV/MATV interactive effectue la collecte et la distribution des informations en provenance et à destination des terminaux utilisateur. Elle se compose de l'adaptateur réseau interactif de terminal de regroupement ou adaptateur interactif de tête de réseau (INA), des fonctions de commande MAC et de leurs interfaces avec d'autres réseaux en vue de la collecte et de la distribution des informations dans le réseau coaxial SMATV qui fournit la liaison avec chaque terminal utilisateur (module d'interface interactif – IIM).

Deux démarches sont proposées pour la section SMATV/MATV en fonction d'une classification basée sur la largeur de bande. Un sous-ensemble des options fournies pour les systèmes par câble [4] est recommandé pour les applications à large bande (se référer au 6.2) avec un système plus simple que le système CATV, ce qui est conforme aux prescriptions du scénario SMATV/MATV. Une des caractéristiques clé du scénario SMATV/MATV en comparaison avec les scénarios CATV est que le terminal de regroupement au niveau de la tête de réseau SMATV/MATV doit être un équipement de consommateur très voisin du boîtier adaptateur, même si le coût de la tête de réseau SMATV/MATV est partagé entre les utilisateurs connectés à un même réseau SMATV/MATV. La démarche basée sur le système de liaison maîtresse est recommandée pour les applications à bande étroite (se référer au 6.3).

Le système décrit dans la présente Recommandation est compatible avec la spécification de l'UIT-T de protocoles indépendants du réseau pour les services interactifs [5].

Le système décrit dans la présente Recommandation est un système ouvert permettant l'interfonctionnement avec d'autres réseaux, quelle que soit la technologie prise en charge. Des directives sont fournies dans ce sens afin de permettre l'utilisation d'autres technologies, de manière à laisser aux utilisateurs et aux exploitants le choix de la technologie la mieux adaptée à chaque situation en fonction du type de réseau, des services requis, de la qualité des services, du nombre d'utilisateurs, des prescriptions de trafic, etc.

L'interface entre la section de câble coaxial et les autres réseaux est définie en vue de faciliter l'interfonctionnement entre sous-systèmes de fournisseurs différents et utilisant des technologies différentes. Une interface très simple, basée sur la norme RS-232, est recommandée d'une manière générale; d'autres interfaces ont été identifiées afin de permettre l'utilisation d'équipements existants et faciliter la fourniture d'applications multimédias à large bande telles qu'elles sont identifiées dans le scénario B ci-dessous.

## 5 Modèle de référence pour l'architecture système des canaux d'interaction à bande étroite dans un scénario de diffusion (services interactifs asymétriques)

Le présent paragraphe présente un modèle de référence pour l'architecture système des canaux d'interaction à bande étroite dans un scénario de diffusion (services interactifs asymétriques).

## 5.1 Modèle de pile de protocoles

Un modèle de communication simple pour les services interactifs asymétriques prenant en charge la diffusion à domicile avec un canal de retour à bande étroite se constitue des couches suivantes (ces dernières ne coïncident pas exactement avec les couches OSI):

– **couche Physique**: dans laquelle sont définis tous les paramètres de transmission physique (électrique);

– **couche Transport**: définit toutes les structures de données et tous les protocoles pertinents, par exemple les conteneurs de données, etc.;

– **couche Application**: constituée du logiciel d'application interactif et de l'environnement d'exécution (par exemple une application d'achat à domicile, un interpréteur de script, etc.).

La présente Recommandation s'intéresse aux deux couches inférieures (couches Physique et Transport), la couche Application est laissée ouverte aux forces compétitives du marché.

Un modèle simplifié des couches OSI a été adopté afin de faciliter la production de spécifications pour ces nœuds. La Figure 1 représente les couches basses du modèle simplifié et identifie certains des paramètres clé des deux couches inférieures.

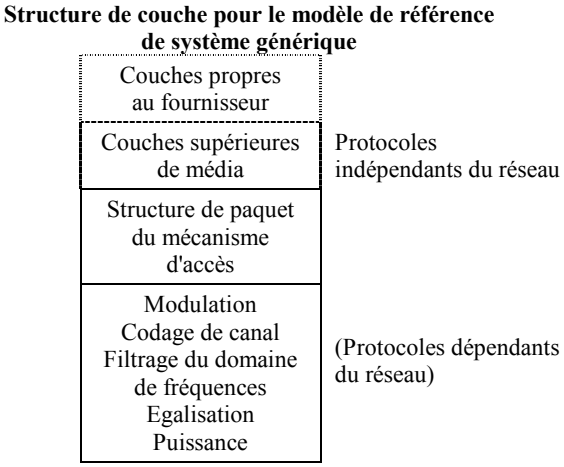



**Figure 1/J.118 – Structure de couche pour le modèle de référence du système générique**

La présente Recommandation s'intéresse uniquement aux caractéristiques propres au réseau. Les protocoles indépendants du réseau sont spécifiés à part dans l'UIT-T J.111.

## 5.2 Modèle système

La Figure 2 représente le modèle système devant être utilisé pour les services interactifs. Deux canaux sont établis entre le fournisseur de service et l'utilisateur dans ce modèle système:

– **canal de diffusion (BC)**: canal de diffusion unidirectionnel à large bande contenant des signaux vidéo, audio et de données établi du fournisseur de service vers les utilisateurs. Il peut contenir l'itinéraire d'interaction vers l'avant;

– **canal d'interaction (IC)**: canal d'interaction bidirectionnel établi entre le fournisseur de service et l'utilisateur à des fins d'interaction. Il se constitue des itinéraires suivants:

  • **itinéraire d'interaction en retour** (canal de retour): de l'utilisateur vers le fournisseur de service. Il est fréquemment utilisé pour effectuer des demandes à destination du fournisseur de service ou pour répondre à des questions. Il s'agit d'un canal à bande étroite souvent appelé canal de retour;

- **itinéraire d'interaction aller:** du fournisseur de service vers l'utilisateur. Il est utilisé pour transmettre certaines informations du fournisseur de service vers l'utilisateur et assurer toute autre communication nécessaire pour la fourniture du service interactif. Il peut être incorporé dans le canal de diffusion. Il est possible que ce canal ne soit pas nécessaire pour certaines interactions simples qui utilisent le canal de diffusion pour véhiculer les données à destination de l'utilisateur.

Le terminal utilisateur se constitue de l'unité d'interface réseau (NIU, *network interface unit*) – elle-même constituée du module d'interface de diffusion (BIM, *broadcast interface module*) et du module d'interface interactif (IIM) – et du dispositif d'adaptation multimédia (STU, *set top unit*). Le terminal fournit les interfaces avec les canaux de diffusion et d'interaction. L'interface entre le terminal utilisateur et le réseau d'interaction se fait par le biais du module d'interface interactif.

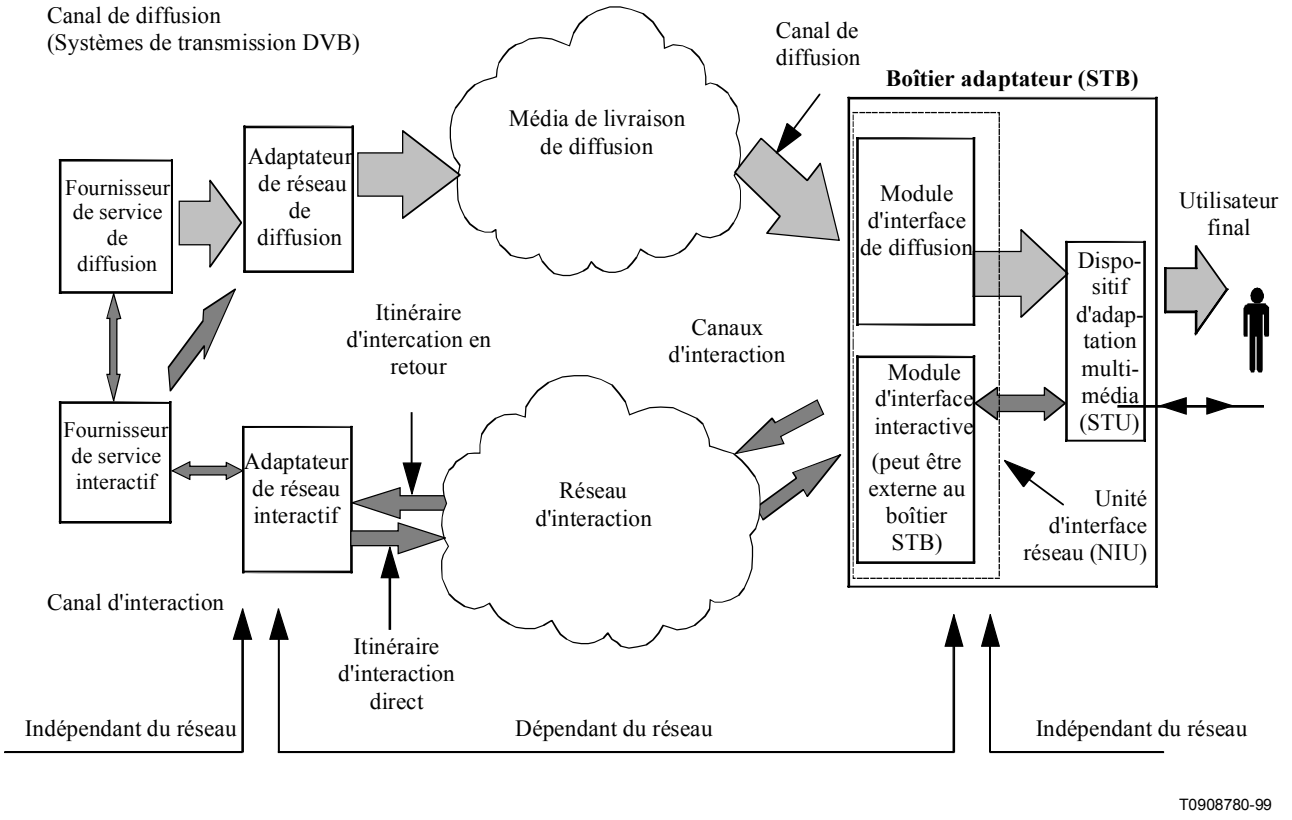



**Figure 2/J.118 – Modèle de référence générique pour des systèmes interactifs**

## 5.3 Application du modèle de référence au canal d'interaction SMATV

La Figure 3 représente le modèle de référence dans le cas particulier d'un canal d'interaction SMATV/MATV basé sur la concaténation du réseau SMATV/MATV avec tout autre réseau.

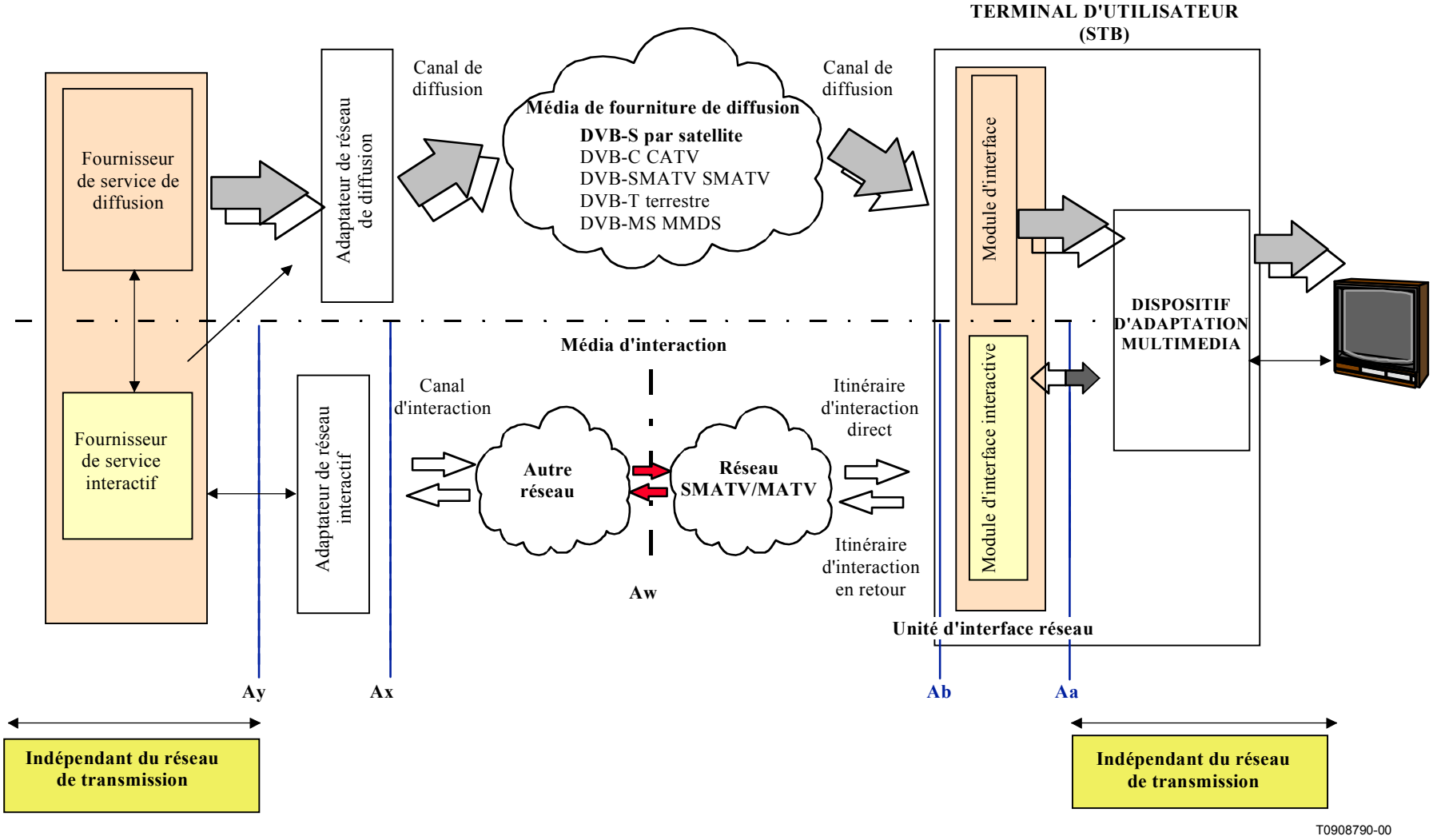



**Figure 3/J.118 – Modèle de référence pour le canal d'interaction SMATV/MATV**

# 6 Canal d'interaction pour les systèmes SMATV/MATV

## 6.1 Description du système

Les infrastructures SMATV/MATV peuvent prendre en charge l'implémentation du canal d'interaction pour des services interactifs convenant à des systèmes de diffusion. Il s'ensuit que les systèmes SMATV/MATV peuvent être utilisés pour implémenter des services interactifs dans un environnement de diffusion de vidéo numérique en fournissant un itinéraire de communication bidirectionnel entre le terminal utilisateur et le fournisseur de service.

Le canal d'interaction relie la tête de réseau SMATV/MATV interactive au terminal utilisateur. Dans le cas de l'itinéraire d'interaction en retour (vers l'amont), le trafic interactif des utilisateurs est transmis dans la partie basse de la bande de fréquences du réseau coaxial (passif) de distribution et il est collecté par la tête de réseau SMATV/MATV interactive; il est ensuite transporté vers le fournisseur de service au moyen d'un autre réseau. Dans le cas de l'itinéraire d'interaction vers l'avant (vers l'aval), les réponses du fournisseur de service sont distribuées par le biais d'un réseau bidirectionnel à destination des têtes de réseau SMATV/MATV interactives; la distribution s'effectue ensuite, à l'intérieur de chaque immeuble, entre la tête de réseau interactive et chaque utilisateur en utilisant la partie basse de la bande de fréquences du réseau coaxial (passif) de distribution.

Il est possible, comme autre solution ou en parallèle, d'incorporer l'itinéraire d'interaction vers l'avant (vers l'aval) dans le canal de diffusion du multiplex MPEG-2, lorsque la capacité requise pour l'itinéraire d'interaction vers l'avant ou pour le type d'application l'exige.

Le canal de diffusion est transmis comme spécifié dans la référence [1].

La Figure 4a donne le schéma fonctionnel du système décrit lorsque le système de canal d'interaction pour le système SMATV/MATV est fourni par l'ensemble de la tête de réseau interactive SMATV/MATV (Figure 4a) et le terminal utilisateur interactif SMATV/MATV (Figure 4b).

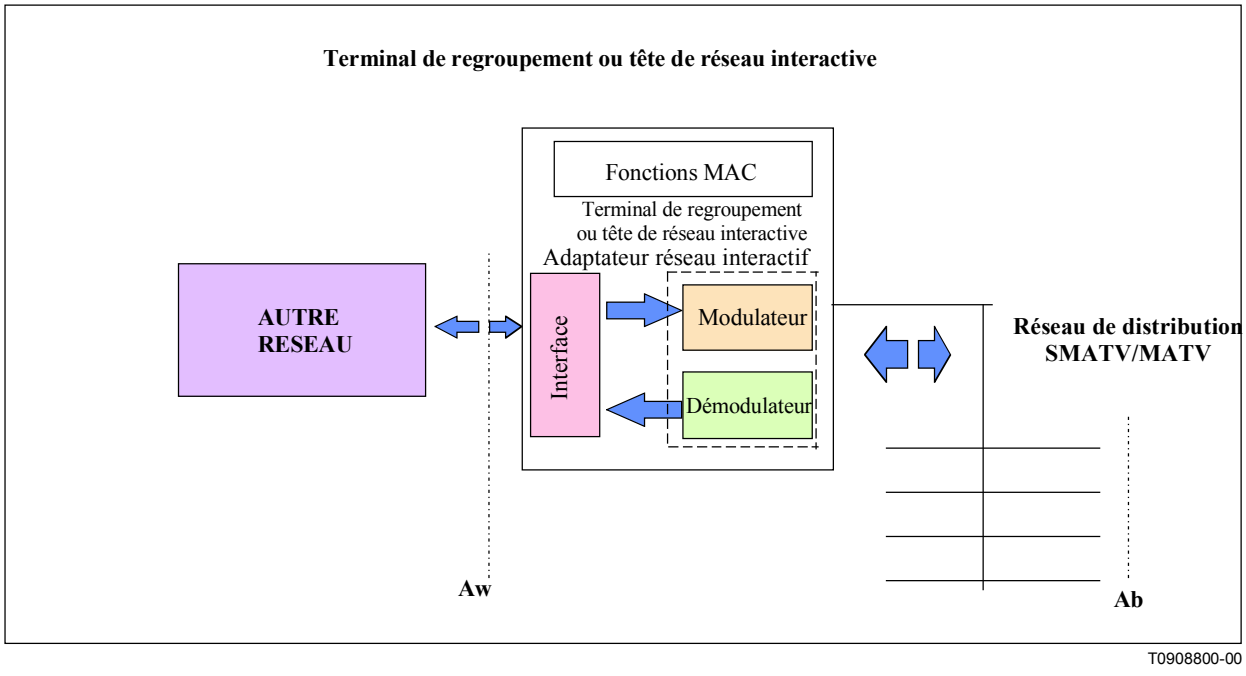



**Figure 4a/J.118 – Schéma fonctionnel de la tête de réseau SMATV/MATV interactive**

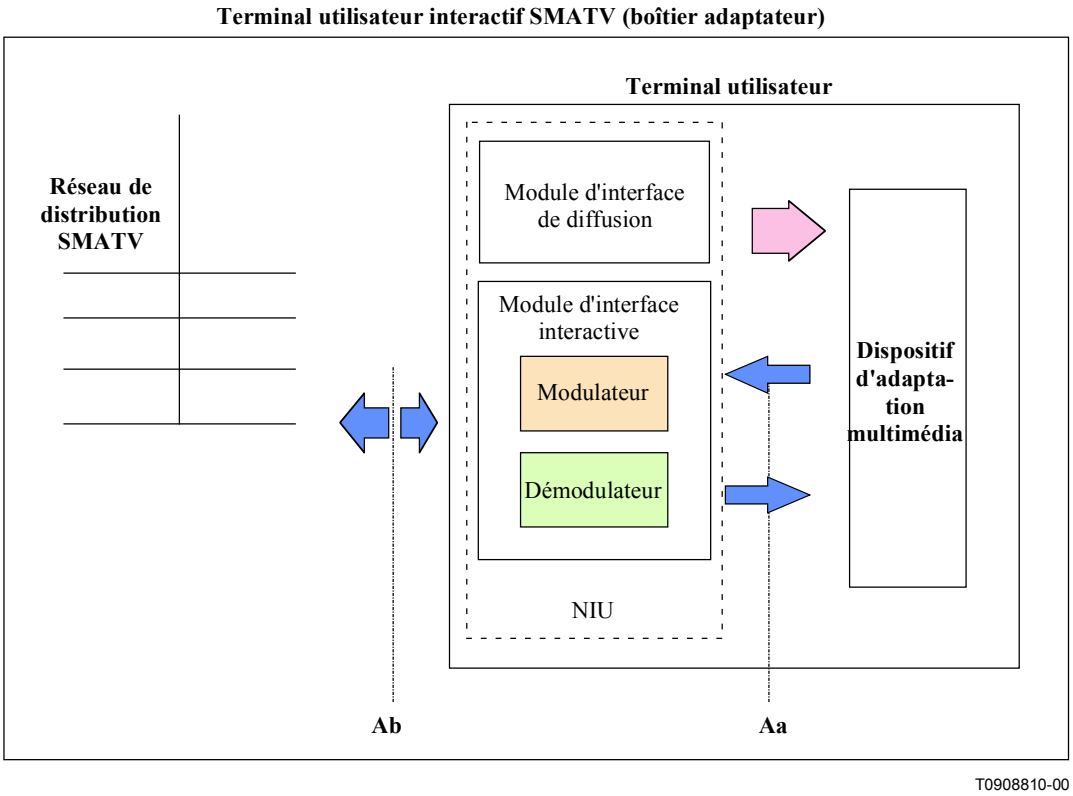



**Figure 4b/J.118 – Schéma fonctionnel du terminal utilisateur SMATV/MATV interactif**

La section coaxiale prend en charge les communications bidirectionnelles entre le terminal utilisateur et la tête de réseau interactive. Le canal d'interaction utilise le même réseau coaxial de distribution SMATV/MATV que le canal de diffusion, mais en occupant la bande de fréquences basses (de 15 à 35 MHz). L'unité d'interface réseau localisée du côté de l'utilisateur fournit les fonctionnalités nécessaires à la transmission du signal (modulation, démodulation, codage du canal, accès réseau, etc.) au moyen de son interface et d'un adaptateur de canal appelé module d'interface interactif ou modem SMATV/MATV (se référer au schéma fonctionnel de la Figure 5). La tête de réseau SMATV/MATV interactive collecte et distribue le trafic d'interaction entre des utilisateurs connectés à un ou plusieurs réseaux SMATV/MATV indépendants.

La présente Recommandation définit deux variantes technologiques prévues actuellement pour la fourniture du service interactif dans des réseaux SMATV/MATV en fonction d'une classification basée sur la largeur de bande. La solution basée sur le câble convient en particulier dans le cas d'applications à large bande (se référer au 6.2), alors que la solution TDMA avec liaison maîtresse à faible débit convient pour des applications à bande étroite (se référer au 6.3).

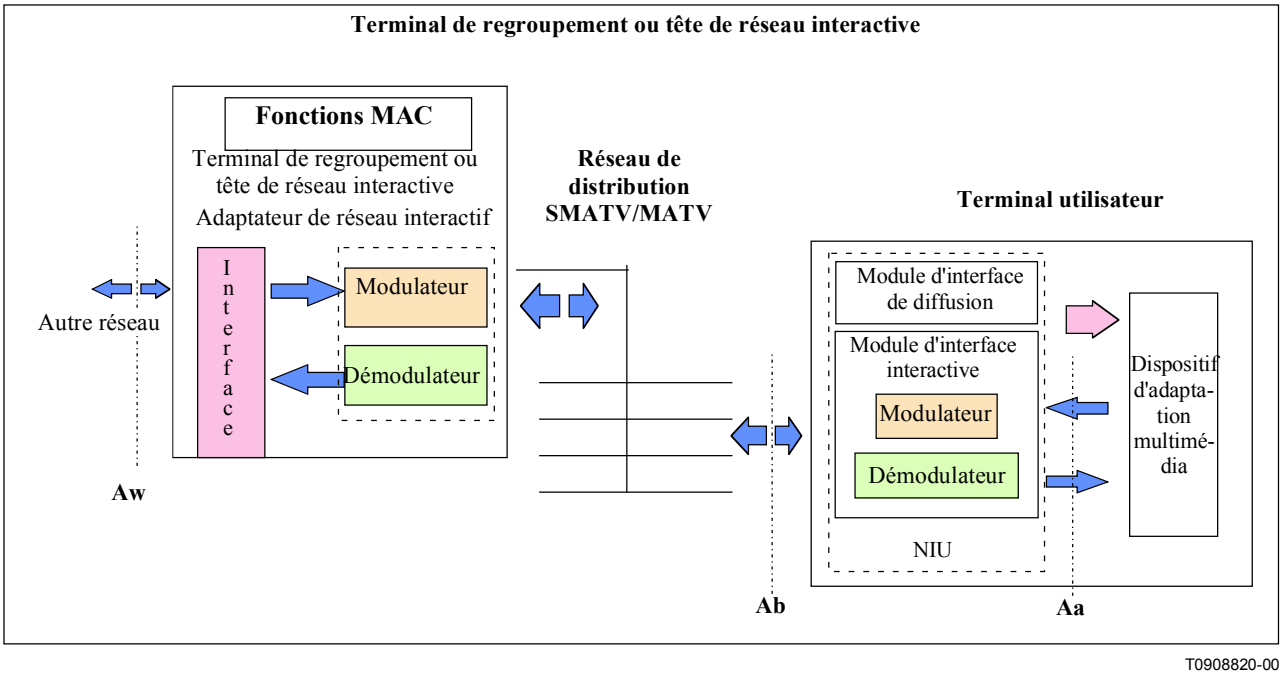



**Figure 5/J.118 – Schéma de la section coaxiale SMATV/MATV**

## 6.2 Démarche basée sur la solution "câble"

Cette solution est un sous-ensemble des options décrites dans la référence [4] utilisant un système plus simple que le système CATV, ce qui est conforme aux prescriptions du scénario SMATV/MATV. Une des caractéristiques clé du scénario SMATV/MATV en ce qui concerne le système CATV est que le terminal de regroupement au niveau de la tête de réseau SMATV/MATV doit être un équipement de consommateur très voisin du boîtier adaptateur, même si les coûts de la tête de réseau sont partagés entre les utilisateurs connectés à un même réseau SMATV/MATV qui peut être localisé dans un seul immeuble ou dans un groupe d'immeubles.

Compte tenu des exigences de coût du système SMATV et du nombre relativement réduit d'utilisateur pour le système SMATV (en général entre 5 et 300) par rapport aux réseaux de télévision CATV usuels, un sous-ensemble adéquat des options du système par câble est recommandé afin de minimiser la complexité et le coût du terminal de regroupement. Il est prévu, en principe, que le module d'interface SMATV interactif sera identique, au niveau du terminal utilisateur, avec celui d'un système CATV; ceci permettra aux deux scénarios CATV et SMATV de tirer profit des économies d'échelle pour le module d'interface interactif au niveau du terminal utilisateur. En résumé, le module d'interface interactif au niveau du terminal utilisateur sera le même pour les utilisateurs SMATV et CATV, mais le terminal de regroupement au niveau de la tête de réseau SMATV interactive sera beaucoup plus simple que la tête de réseau CATV interactive.

Le canal d'interaction des réseaux CATV décrit dans la référence [4] présente un avantage sur le plan des coûts pour des systèmes SMATV relativement importants, lorsque le coût de la tête de réseau est réparti entre les utilisateurs. Il convient également de noter que cette option fournit une capacité plus élevée sur la section coaxiale, ce qui facilite la migration vers des services multimédias à large bande et assure une flexibilité plus grande pour le partage du média coaxial entre des utilisateurs différents en relation avec des applications de types différents ayant des caractéristiques de trafic très différentes.

Le texte qui suit décrit le concept système de la section coaxiale. La solution de la section coaxiale du système SMATV est basée sur le système CATV. Il s'ensuit que la description totalement détaillée des paramètres de couche Physique, de modes d'accès, des fonctions de commande MAC, etc., est fournie dans la référence [4].

La section coaxiale permet la transmission des signaux de canal d'interaction sur l'itinéraire d'interaction vers l'avant (vers l'aval) et sur l'itinéraire d'interaction en retour (vers l'amont). Le concept général consiste à utiliser l'itinéraire d'interaction vers l'avant allant du terminal de regroupement vers les modules d'interface interactifs (IIM) pour fournir la synchronisation et les informations à tous les modules IIM. Ceci permet à ces derniers de s'adapter au réseau et d'émettre des informations synchronisées sur l'itinéraire d'interaction en retour. Les porteuses de l'itinéraire d'interaction en retour sont subdivisées en intervalles de temps pouvant être attribués à des utilisateurs différents au moyen de la technique d'accès multiple par répartition dans le temps (TDMA). Une porteuse d'interaction vers l'avant est utilisée pour synchroniser jusqu'à 8 porteuses d'itinéraire d'interaction en retour qui sont toutes subdivisées en intervalles de temps. Un compteur est émis périodiquement au niveau du terminal de regroupement vers les modules IIM, de sorte que tous les modules IIM appartenant à un même réseau SMATV utilisent la même référence d'horloge. Ceci permet au terminal de regroupement d'attribuer des intervalles de temps aux divers utilisateurs.

Trois modes d'accès majeurs sont fournis par ce système. Le premier se base sur un accès avec concurrence qui permet aux utilisateurs d'émettre des informations à tout moment, avec un risque de collision avec des transmissions d'autres utilisateurs. Les deuxième et troisième modes ne sont pas basés sur la concurrence; le terminal de regroupement fournit, soit un ensemble fini des intervalles de temps à un module IIM donné, soit un débit binaire donné demandé par un module IIM jusqu'à ce que le terminal de regroupement mette fin à la connexion sur demande du module IIM. Ces modes d'accès sont partagés de manière dynamique entre les intervalles de temps, ce qui permet aux modules IIM de reconnaître si la transmission basée sur la concurrence est autorisée ou non. Le terminal de regroupement indiquera de manière périodique aux nouveaux utilisateurs qu'ils ont la possibilité de passer par une procédure de mise en relation, ce qui leur donne la possibilité de synchroniser leur horloge avec l'horloge réseau sans risque de collision avec des utilisateurs déjà actifs. Ceci se fait en laissant aux nouveaux utilisateurs un intervalle de temps plus long pour émettre leurs informations, de manière à tenir compte du temps de propagation aller-retour entre le terminal de regroupement et les modules IIM.

Il est possible d'appliquer au scénario SMATV plusieurs simplifications de la tête de réseau telles qu'elles sont spécifiées pour le système CATV dans la référence [4], afin de réaliser un terminal de regroupement simple avec une capacité de traitement moindre. Ces simplifications peuvent s'appliquer pour les systèmes SMATV du fait du nombre réduit d'utilisateurs et de la distance plus faible entre la tête de réseau et les utilisateurs, par comparaison avec les réseaux CATV. En tout cas, les décodeurs IRD basés sur la référence [4] seront utilisables pour les systèmes SMATV, ce qui permet de profiter des économies d'échelles potentielles. Les options suivantes sont recommandées pour le scénario SMATV:

- utilisation de l'option "hors bande" avec une porteuse unique dans chaque direction. L'itinéraire d'interaction vers l'avant peut, en variante ou en parallèle, être intégré au canal de diffusion du multiplex MPEG-2, lorsque la capacité requise pour l'itinéraire d'interaction vers l'aval ou pour le type d'application le nécessite;
- utilisation partagée entre les utilisateurs du réseau SMATV d'une porteuse unique à 3,088 Mbit/s pour l'itinéraire d'interaction en retour;
- utilisation partagée entre les utilisateurs du réseau SMATV d'une porteuse unique à 3,088 Mbit/s pour l'itinéraire d'interaction vers l'avant;
- réduction du domaine de fréquence (15 à 35 MHz);
- suppression de la variation de puissance ou de la référence de temps (protocole MAC simplifié);

- l'attribution d'un débit fixé pour chaque utilisateur peut être employée dans certains cas pour assurer la liaison avec le fournisseur de service, en fonction de la capacité totale assignée au réseau suivant connecté au niveau de la tête de réseau.

Le module IIM peut également être à l'extérieur du terminal utilisateur, auquel cas les interfaces définies dans la référence [10] doivent être utilisées.

### 6.2.1 Allocation de spectre

La Figure 6 représente une allocation de spectre possible. Sans qu'il s'agisse d'une obligation, une directive est fournie pour l'utilisation des domaines de fréquences préférés, à savoir de 70 à 130 MHz pour l'itinéraire d'interaction vers l'avant (hors bande vers l'aval) et de 15 à 35 MHz pour l'itinéraire d'interaction en retour (vers l'amont); il est également possible de n'utiliser qu'une partie de ces domaines. L'utilisation de domaines de fréquences limités réduit la complexité du tuner (filtrage) et n'implique aucune contrainte de capacité. La seule recommandation faite consiste à utiliser une seule porteuse pour l'itinéraire d'interaction vers l'avant et une autre pour l'itinéraire d'interaction en retour.

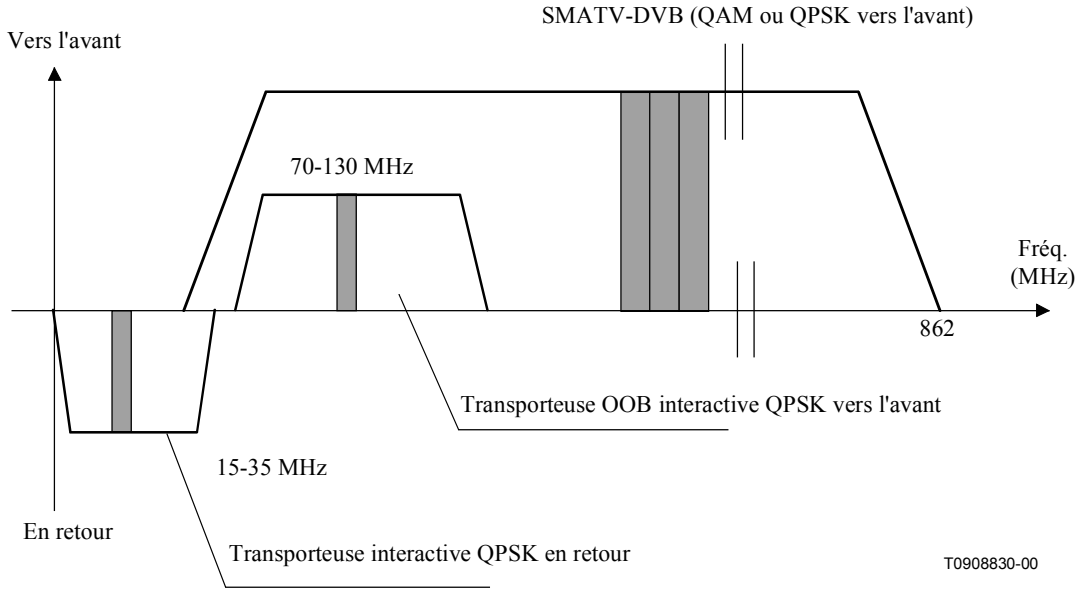



**Figure 6/J.118 – Domaines de fréquences préférés pour les systèmes SMATV interactifs**

### 6.2.2 Accès multiple FDM/TDMA

Une structure d'accès multiple est définie afin de permettre le partage d'un même média de transmission par des utilisateurs différents. Les informations vers l'avant sont diffusées à tous les utilisateurs des réseaux. Il existe en conséquence une attribution d'adresse pour chaque utilisateur qui permet au terminal de regroupement d'effectuer une diffusion d'information unique vers un utilisateur donné. Les deux adresses suivantes sont stockées dans les boîtiers de dessus de poste afin d'identifier les utilisateurs sur le réseau:

- adresse de commande MAC: cette valeur de 48 bits représente l'adresse MAC non ambiguë de l'unité NIU. L'adresse MAC peut être codée de manière fixée dans l'unité NIU ou fournie par une source externe;
- adresse de point NSAP: cette valeur de 160 bits représente une adresse réseau. Elle est fournie par les couches supérieures pendant la communication.

Les informations en retour peuvent provenir de tout utilisateur du réseau et doivent donc également être différenciées au niveau du terminal de regroupement au moyen de l'ensemble d'adresses défini ci-dessus. Chaque porteuse d'itinéraire d'interaction vers l'avant contient une trame de synchronisation pouvant être utilisée par un maximum de 8 porteuses différentes d'itinéraire d'interaction en retour dont les fréquences sont indiquées par le protocole de commande d'accès au média (MAC, *media access control*). Quoi qu'il en soit, une seule porteuse pour l'itinéraire d'interaction en retour et une autre pour l'itinéraire d'interaction vers l'avant suffisent dans la majorité des cas pour fournir la capacité nécessaire pour la plupart des systèmes SMATV.

Les utilisateurs émettent des paquets selon le mode d'accès TDMA sur les transporteuses d'itinéraire d'interaction en retour. Ceci signifie que chaque canal est partagé entre un grand nombre d'utilisateurs différents qui peuvent, soit émettre des paquets pouvant entrer en collision lorsque ceci est autorisé par le terminal de regroupement, soit effectuer des demandes de transmission et utiliser les paquets attribués de manière spécifique à chaque utilisateur par le terminal de regroupement. Si on admet que chaque canal peut prendre en charge des milliers d'utilisateurs simultanés, la largeur de bande en retour est largement suffisante pour tous les utilisateurs présents simultanément sur le réseau SMATV (le nombre habituel d'utilisateurs dans les réseaux SMATV peut aller de 5 à 300).

La technique d'accès TDMA utilise une structure de créneaux qui permet de synchroniser l'instant de début de la transmission avec une source d'horloge commune. La synchronisation de l'instant de début augmente le débit total de messages du canal de signalisation, du fait que les paquets des messages ne se chevauchent pas pendant la transmission. Les durées entre la succession des instants de départ sont appelées intervalles. Chaque intervalle représente une durée pendant laquelle un paquet d'un message peut être transmis sur la liaison de signalisation.

La référence de temps pour la localisation d'un intervalle est indiquée par la transporteuse de l'itinéraire d'interaction vers l'avant générée au niveau du terminal de regroupement, qui est reçue simultanément par tous les modules IIM raccordés au réseau SMATV.

Comme la liaison de signalisation TDMA est utilisée par des modules IIM qui sont engagés dans des sessions interactives, le nombre d'intervalles de message disponibles dépend du nombre d'utilisateurs actifs simultanément. Lorsque les intervalles de message ne sont pas utilisés, plusieurs d'entre eux peuvent être attribués à un module IIM, ce qui augmente le débit de messages. La fourniture des attributions d'intervalles supplémentaires au module IIM s'effectue au moyen du flux d'informations de signalisation vers l'aval.

Les divers modes d'accès suivants sont possibles pour les intervalles de l'itinéraire d'interaction en retour:

- intervalles réservés avec allocation de débit fixe (accès à débit fixe: l'utilisateur possède une réservation pour un ou plusieurs intervalles temporels dans chaque trame, utilisables, par exemple, pour des signaux vocaux et audio);
- intervalles réservés avec allocation dynamique (accès avec réservation: l'utilisateur émet des informations de commande pour faire une demande de capacité de transmission. Il reçoit en retour une permission d'utilisation d'intervalles);
- intervalles en concurrence (intervalles accessibles à tout utilisateur; des collisions sont possibles, elles sont traitées par un protocole de résolution de concurrence);
- intervalles de mesure (intervalles utilisés pour mesurer et ajuster le délai temporel et la puissance).

Ces intervalles peuvent être mélangés sur une transporteuse unique pour la fourniture de services différents avec une seule transporteuse. Si une porteuse est attribuée à un service donné, seuls les types d'intervalles qui sont nécessaires pour ce service seront utilisés. Il en résulte qu'un terminal peut avoir une structure simplifiée en vue de répondre uniquement aux types intervalles attribués au service.

### 6.2.3 Débits et mise en trame

Un débit de 3,088 Mbit/s est recommandé pour l'itinéraire d'interaction vers l'avant du système SMATV, ce qui est cohérent avec le débit adéquat pour le média de transmission utilisé ensuite au niveau de la tête de réseau (comme par exemple le système LMDS).

La porteuse de l'itinéraire d'interaction vers l'avant transmet en permanence une trame de type T1, dans laquelle certaines informations sont fournies pour la synchronisation des intervalles de l'itinéraire d'interaction en retour.

Le terminal de regroupement peut indiquer aux utilisateurs le débit binaire de transmission pour l'itinéraire d'interaction en retour. Un débit de 3,088 Mbit/s est recommandé de manière spécifique pour le système SMATV, avec les mêmes raisons que pour l'itinéraire d'interaction vers l'avant.

Les Figures 7 et 8 donnent les schémas conceptuels pour l'implémentation de la section coaxiale.

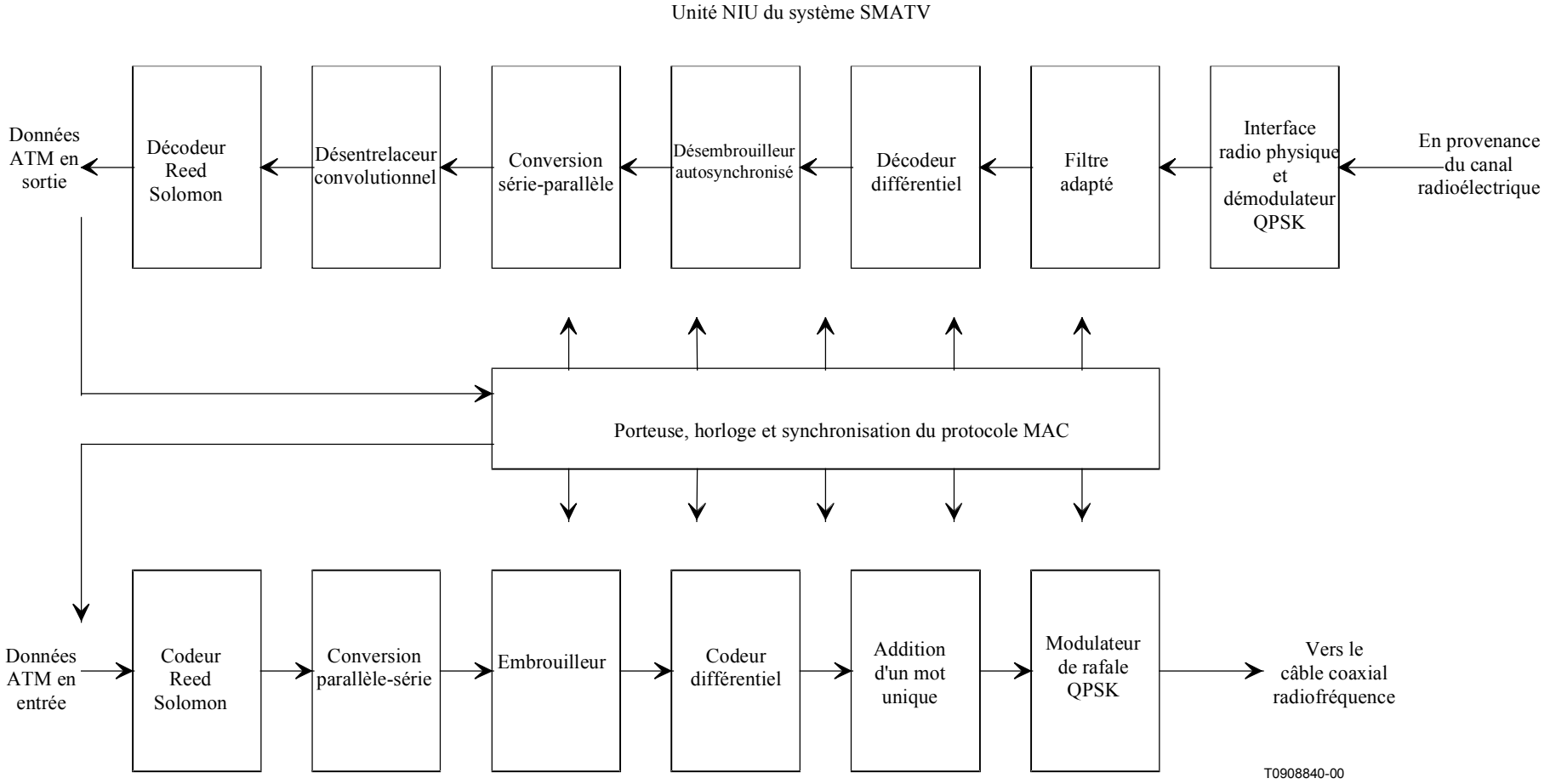



**Figure 7/J.118 – Schéma conceptuel de l'émetteur-récepteur hors bande de l'unité NIU**

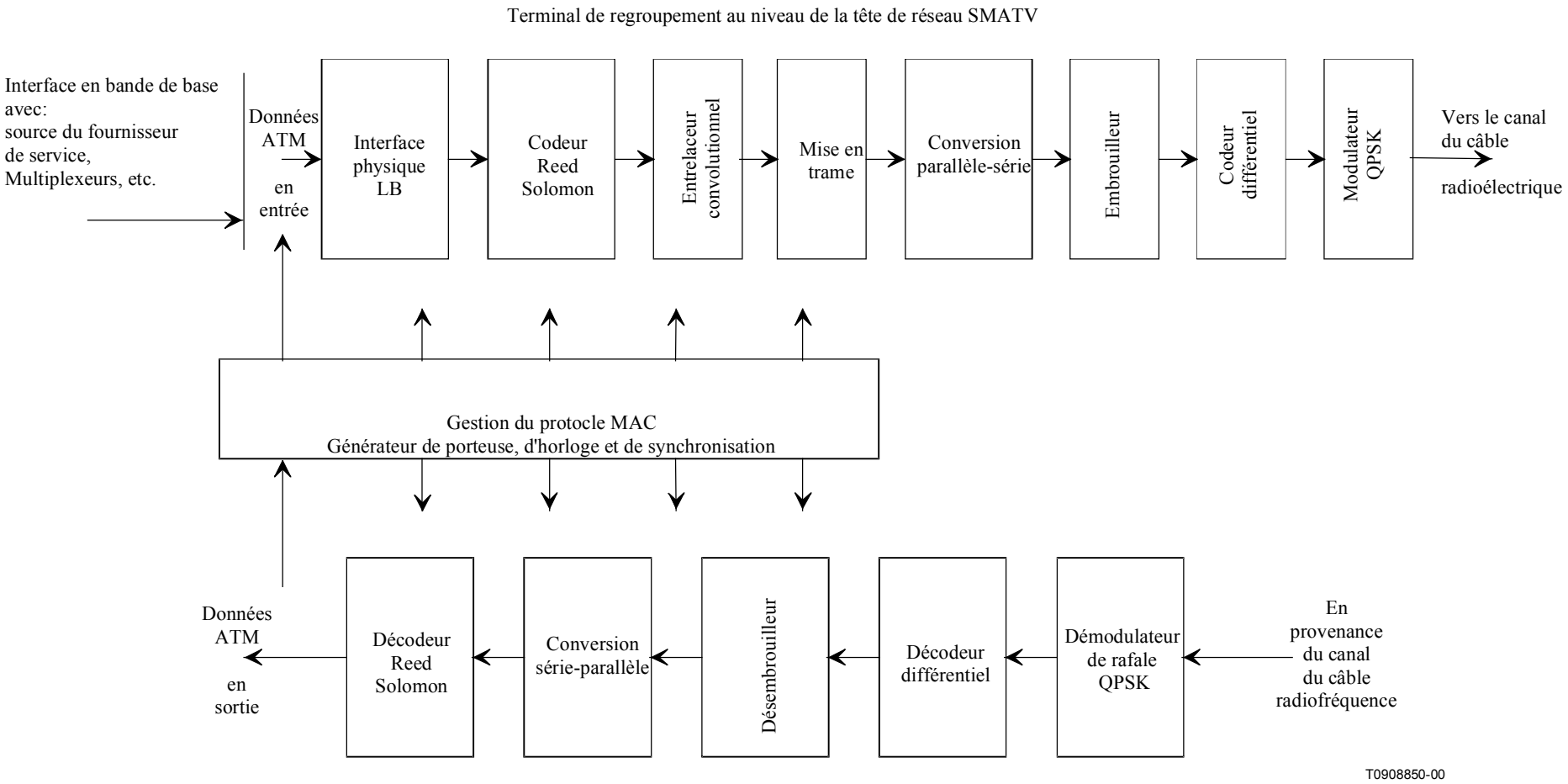



**Figure 8/J.118 – Schéma conceptuel de l'émetteur-récepteur hors bande de la tête de réseau**

## 6.3 Démarche basée sur la solution de liaison maîtresse ou TDMA à faible débit

Le présent paragraphe spécifie la solution avec liaison maîtresse ou solution TDMA à faible débit (LRTDMA, *low rate TDMA*), élaborée par le projet S3M. Cette partie du système (qui inclut la tête de réseau interactive ou le terminal de regroupement, le câble et le module d'interface interactif IIM) fournit une communication duplex interactive entre le boîtier adaptateur et la tête de réseau interactive. Cette solution de section coaxiale peut interfonctionner avec d'autres solutions de tête de réseau interactive utilisant une technologie par satellite, RNIS, terrestre, radio, etc.

La conception est optimisée pour des réseaux SMATV de faible taille (jusqu'à 40 utilisateurs, ce qui convient pour plus de 80% des utilisateurs dans les pays de l'Europe du Sud). Cette solution est la plus optimisée du point de vue des coûts pour des réseaux SMATV de faible taille. Le système est toutefois modulaire et peut prendre en charge plus d'utilisateurs et/ou plus de fonctionnalités en augmentant le nombre de têtes de réseau interactives. Quoi qu'il en soit, elle a été classée en première approche comme une solution pour des applications à bande étroite (utilisant une seule tête de réseau).

Le modem de liaison maîtresse est plus simple que d'autres modems pour câble qui ont été conçus pour des réseaux plus importants. Il est prévu que la liaison maîtresse peut être moins coûteuse que les autres et les deux points suivants ont été pris en compte à cet effet.

Le terminal de regroupement ou tête de réseau interactive influence fortement le prix du système par utilisateur pour ce type de petits systèmes SMATV, en particulier pendant la période d'introduction initiale. Une prescription importante pour cette section utilisateur est que le coût de la tête de réseau interactive ne doit pas être trop élevé par rapport à celui du module IIM. La présente spécification a été élaborée, pour cette raison, avec de nombreuses similitudes entre le fonctionnement de la tête de réseau interactive et celui du module IIM. En particulier, les matériels prenant en charge la tête de réseau interactive et le module IIM sont identiques. Les différences fonctionnelles éventuelles peuvent être prises en charge par le logiciel.

La liaison maîtresse se constitue de plusieurs modules IIM du côté utilisateur et du terminal de regroupement ou tête de réseau interactive.

Le système global interactif est prévu pour des applications interactives à faible débit. Cette section utilisateur permet une transmission duplex entre utilisateurs avec un débit total de 271 kbit/s.

### 6.3.1 Caractéristiques principales

Le système de liaison maîtresse a été conçu pour de petits systèmes SMATV (jusqu'à 40 utilisateurs); il fournit une communication duplex entre des utilisateurs et le terminal de regroupement. Le système est modulaire parce que plusieurs terminaux de regroupement peuvent être mis en chaîne, ce qui permet de desservir plus de 40 utilisateurs dans un même immeuble. Les fréquences utilisées par le système sont situées dans le domaine de 15 à 35 MHz. La transmission duplex est réalisée par partage dans le temps sur une fréquence porteuse unique.

Le système interactif se compose d'un itinéraire d'interaction vers l'avant (vers l'aval) et d'un itinéraire d'interaction en retour (vers l'amont). Le principe général consiste à utiliser la transmission aval de la tête de réseau interactive vers les modules IIM pour fournir une synchronisation et les informations à tous les modules IIM. Ceci permet à ces derniers de s'adapter au réseau et de synchroniser les informations émises vers l'amont.

Le procédé de modulation (GMSK) et le débit binaire sont basés sur la norme GSM (GSM 5.04). Le débit binaire total est de 271 kbit/s.

Le terminal de regroupement est en charge de la commande du trafic des divers utilisateurs. Les protocoles considérés utilisent des conversions au niveau bit avec des techniques d'accès simples. Le contrôle d'erreurs prévu se base sur un protocole avec accusé de réception pour le trafic amont et sur un contrôle d'erreurs vers l'avant pour le trafic aval.

### 6.3.2 Couche Physique

Le procédé de modulation et le débit binaire sont basés sur la norme GSM (GSM 05.04). Toutefois, la fréquence radio, la longueur de rafale, la structure de trame ou la commande MAC diffèrent par rapport à la norme GSM. Le système considéré fonctionne en mode par paquets, alors que la norme GSM utilise une commutation de circuits. Une autre différence importante résulte du fait que la norme GSM utilise un mode duplex par répartition en fréquence, alors que ce système utilise un mode duplex avec répartition dans le temps. Cette caractéristique conduit à une couche Physique totalement symétrique: les transmissions amont et aval sont discontinues (par rafales). Deux types de rafales, appelés respectivement "rafales longues" et "rafales courtes" sont utilisés dans les deux directions.

Certaines des caractéristiques physiques de la norme GSM ont également été adoptées afin de faciliter l'utilisation de composants disponibles pour les terminaux GSM mobiles. Ces composants sont caractérisés par un faible coût et un niveau élevé d'intégration (le sous-système de conversion analogique/numérique et numérique/analogique, ainsi que les composants de fréquences intermédiaires, sont susceptibles d'être utilisés).

La plupart des normes définies actuellement pour la transmission par câble se basent sur la modulation QPSK, mais la modulation GMSK, telle qu'elle est définie par la norme DECT, a également été proposée. Quoi qu'il en soit, les procédés de modulation GMSK et QPSK ont des performances très voisines. En fait, l'utilisation d'un récepteur linéaire identique à celui qui est utilisé pour la modulation OQPSK constitue un bon remplacement pour la détection de la modulation GMSK.

La liste qui suit donne un résumé des caractéristiques de la couche physique:

**Généralités**

Débit: 270,833 kbit/s

Stabilité en fréquence: ± 50 ppm

Exactitude du débit de symboles: ± 50 ppm

**Emetteur**

Rafale longue:

Embrouillage ($x^6 + x^5 + 1$) avec initialisation automatique pour chaque rafale.

Codage différentiel.

Modulation GMSK.

Transmission par rafales (vers l'amont et vers l'aval).

Rafale courte:

Signalisation bipolaire orthogonale, basée sur un modulateur GMSK.

**Récepteur**

Rafale longue:

- récepteur linéaire (déplacement de type QPSK);
- filtre de réception: filtre adapté + égalisateur;
- détection cohérente avec utilisation d'une séquence de conditionnement;

- décodage différentiel;
- désembrouillage avec initialisation automatique pour chaque rafale.

Rafale courte:

- détection non cohérente.

### 6.3.3 Domaine de fréquences

Une transporteuse unique sera utilisée dans le domaine de fréquences de 15 à 35 MHz.

Le module IIM dans le boîtier de dessus de poste recherchera, au moment de la mise sous tension, quelle est la fréquence effectivement utilisée par le terminal de regroupement.

### 6.3.4 Budget de puissance et réglage de la puissance

Il n'est pas prévu que les variations de puissance dans la direction amont soient supérieures à 30 dB avant toute procédure de réglage de puissance. Une marge de puissance inférieure à 1 dB (à confirmer) doit être obtenue dans la direction amont après l'exécution de la procédure de réglage de puissance.

### 6.3.5 Couche de commande MAC

Un protocole d'accès doit être implémenté parce que des utilisateurs multiples partagent le même canal. Lors de sa définition, nous avons cherché à exploiter le fait que le nombre d'utilisateur n'est pas trop élevé (limité en fait à moins de 40). La procédure est la suivante: un module IIM doit émettre au préalable une demande d'accès avant toute transmission d'informations. Cette demande est émise sur un créneau temporel spécifique, si le terminal de regroupement l'autorise.

### 6.3.6 Adresse de commande MAC

Le terminal de regroupement attribue une adresse MAC à chaque module IIM après la procédure d'initialisation et de mise en relation.

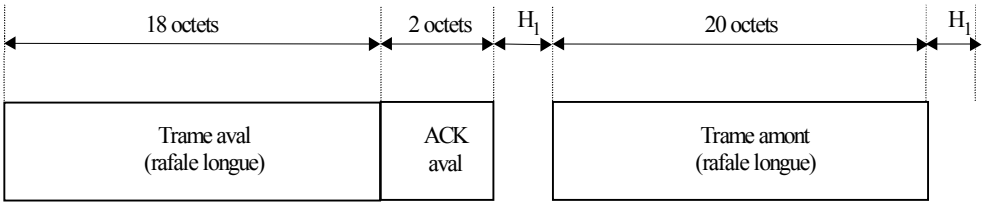
Ces adresses sont utilisées par la couche de commande MAC pour faciliter le processus d'accès multiple.

### 6.3.7 Mécanisme d'accès TDMA

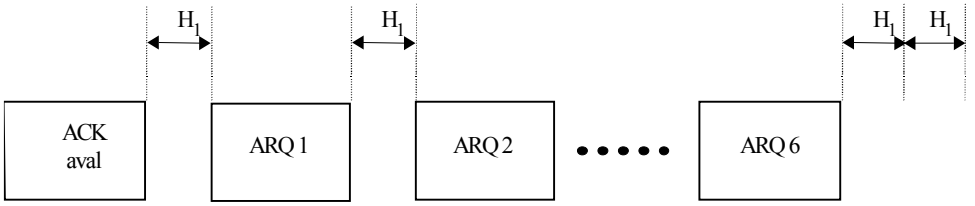
Le mécanisme d'accès TDMA est basé sur l'utilisation d'un intervalle de temps de base d'une longueur de 336 bits appelé **période**. On distingue les deux types de périodes suivants:

la **période normale** se compose de 2 intervalles de temps: un intervalle aval composé d'une rafale courte associée à une rafale longue et un intervalle amont constitué d'une rafale longue. Le diagramme qui suit représente une période normale;

la **période de demande** est comparable à la période normale, mais l'intervalle de temps attribué à la rafale longue est divisé en 6 intervalles de temps attribués à des rafales courtes vers l'amont. Le diagramme ci-dessous donne le détail de cette subdivision. Voir Figure 9.




**Période normale ($H_1$= 1 octet).**




**Période de demande (détail) ($H_1$= 1 octet).**

**Figure 9/J.118 – Mécanisme d'accès TDMA**

### 6.3.8 Mise en trame

*Accusés de réception de rafale courte*: ces rafales courtes sont émises uniquement, dans le cadre de la procédure de contrôle d'erreurs, par le terminal de regroupement sur le créneau d'accusé de réception des périodes normales ou de demande. Elles constituent l'accusé de réception de la trame précédente.

*Demande d'accès de rafale courte*: ces rafales courtes sont émises par les modules IIM dans les intervalles de demande d'accès des périodes de demande. Elles indiquent au terminal de regroupement quels sont les modules IIM qui souhaitent émettre.

*Trame normale*: les trames normales sont émises dans une rafale longue unique avec une longueur de 20 octets. Elles véhiculent des données utilisateur ou une signalisation. Elles se constituent des quatre champs suivants:

- TS: la **séquence de conditionnement** est une succession prédéfinie de bits d'une longueur de 4 octets utilisée par le récepteur lors de la synchronisation des procédures d'acquisition;
- CTR: le **champ de commande** remplit deux fonctions: Il contient l'indication du type des données véhiculées dans le champ de données. Il définit également le type de la période suivante (normale ou de demande) et le module IIM qui peut utiliser l'intervalle de temps amont de la période suivante;
- DF: le **champ de données** d'une longueur de 13 octets contient des données utilisateur ou une signalisation;
- RS: un champ de deux octets de parité **Reed Solomon** est présent à des fins de contrôle d'erreurs. Il protège les champs de commande et de données.

TS: 4 octets. Séquence de conditionnement.

CTR: 1 octet. Champ de commande.

DF: 13 octets. Champ de données.

RS: 2 octets. Champ de parité Reed Solomon.

TOTAL: 20 octets.

*Trame de prise de contact*: émise sous la forme d'une rafale longue de 20 octets, elle est utilisée uniquement par les modules IIM pendant la procédure d'initialisation. La seule différence avec une trame normale est que la séquence de conditionnement est plus longue (13 octets) et le champ de données plus court (4 octets). Elle véhicule uniquement des données de signalisation.

TS: 13 octets. Séquence de conditionnement.

CTR: 1 octet. Champ de commande.

DF: 4 octets. Champ de données.

RS: 2 octets. Champ de parité Reed Solomon.

TOTAL: 20 octets.

### 6.3.9 Procédure de contrôle d'erreurs

Le contrôle d'erreurs est basé sur un protocole d'accusé de réception (ACK). Les trames sont protégées par des bits de parité Reed Solomon. Comme les trames aval sont toujours diffusées, nous nous limiterons aux intervalles d'accusé de réception aval. Le terminal de regroupement vérifie la validité de la trame reçue et émet un accusé de réception positif ou négatif (ACK ou NACK) à destination du module IIM. Le module IIM retransmettra la même trame lorsqu'il détecte un signal NACK.

## 6.4 Interface de tête de réseau SMATV/MATV avec d'autres réseaux

Une spécification est fournie pour l'interface entre le système SMATV/MATV et d'autres réseaux, de manière à définir un système ouvert et susceptible d'assurer un interfonctionnement. La définition complète de cette interface permet l'utilisation d'autres technologies, l'objectif étant de faciliter l'interfonctionnement entre des sous-systèmes de fournisseurs différents et utilisant des technologies différentes.

La définition de cette interface permet également la réutilisation de la section coaxiale pour l'établissement du canal d'interaction à travers divers médias de transmission (Satellite, DECT, CATV, etc.).

Une interface à très faible coût, basée sur la norme RS-232 est recommandée comme solution de base; d'autres interfaces ont été identifiées afin de permettre la réutilisation de terminaux existants.

### 6.4.1 Interface série RS-232

**Caractéristiques mécaniques et électriques**

L'interface respectera la norme EIA 232-D, concernant plus précisément les caractéristiques suivantes:

- logiques: Recommandation UIT-T V.24 [6];
- électriques: Recommandation UIT-T V.28 [7];
- mécaniques: ISO 2110 (connecteur à 25 broches) [9].

Elle utilisera les paramètres de base suivants:

- vitesse: configurable jusqu'à 115 200 bit/s;
- 8 bits de données;
- pas de parité;
- 1 bit d'arrêt.

La section coaxiale jouera le rôle d'ETTD (équipement terminal de traitement de données), de sorte que son connecteur aura des contacts mâles (coque femelle). Le terminal satellite interactif jouera le rôle d'ETCD (équipement de terminaison du circuit de données) de sorte que son connecteur aura des contacts femelles (coque mâle).

**Mise en trame**

La taille de l'unité de transfert maximale (MTU, *maximum transfert unit*) est de 1024 octets[2] pour cette interface. Ceci signifie que tout paquet de taille supérieure doit être segmenté avant sa transmission sur cette interface.

**Mécanismes de contrôle de flux**

Le commande de flux peut être implémentée en utilisant les signaux "prêt à émettre/demande d'émission" (CTS/RTS) (commande de flux matérielle) ou le protocole XON/XOFF (commande de flux logicielle).

Les flux de données de la section coaxiale vers la section satellite seront soumis aux règles suivantes lorsque le mécanisme de contrôle de flux CTS/RTS est utilisé:

- l'équipement de la section coaxiale s'assurera que le signal CTS est "Bas" avant de démarrer la transmission d'un nouveau paquet de données;
- le terminal satellite interactif positionnera le signal CTS sur "Bas" dès qu'il dispose d'un espace libre dans ses tampons internes permettant de recevoir un paquet de données de taille maximale. Le signal CTS sera à nouveau positionné sur "Haut" lorsque de la place est disponible pour un nouveau paquet;
- les réalisateurs du terminal satellite interactif peuvent choisir à quel moment le signal CTS doit être positionné sur "Haut" lorsque les tampons sont vidés. L'équipement du terminal satellite interactif doit garantir qu'aucune donnée n'est perdue tant que la section coaxiale respecte la première règle;
- la section coaxiale doit répercuter vers l'équipement utilisateur les contraintes de limitation du flux de données de manière à éviter les pertes de paquets.

Il n'existe pas de mécanisme de contrôle de flux pour les données émises vers la section coaxiale.

### 6.4.2 Autres interfaces

#### 6.4.2.1 Interfaces utilisant un réseau local

D'autres interfaces, utilisant une technologie de réseau local, ont été identifiées afin de faciliter l'évolution vers des réseaux à large bande en fournissant des solutions concernant les limitations éventuelles de l'interface RS-232 pour ce qui est du débit binaire maximal. Une interface Ethernet classique est proposée à cet effet; cette interface est très complète et facilite les interconnexions avec les réseaux locaux pour toute sorte d'autres besoins.

Les caractéristiques mécaniques et électriques de l'interface respecteront la norme EIA 568-A, correspondant à l'utilisation d'un réseau Ethernet IEEE 10 Base-T (norme IEEE 802-3) avec des connecteurs RJ-45. La mise en trame et le contrôle d'erreurs pour les paquets de données sur le réseau Ethernet sont décrits dans la norme IEEE 802.3.

---

[2] La taille de 1024 octets a été choisie pour l'unité MTU parce que cette valeur convient pour une utilisation avec le protocole SLIP qui peut être implémenté pour cette interface.

#### 6.4.2.2 Interfaces de communication X.25

La plupart des réseaux existants implémentent au niveau de leur terminaux les protocoles et les interfaces physiques utilisés pour les communications X.25. Ce type de connexion doit donc être pris en considération lors de la réutilisation de réseaux en exploitation qui sont déjà installés dans un certain nombre d'immeubles.

## APPENDICE I

## Compte rendu de mesures sur le système de liaison maîtresse pour les réseaux SMATV/MATV

### I.1 Introduction

Le présent appendice contient le compte rendu des mesures effectuées sur le système de "liaison maîtresse" par le centre de recherche de la RAI dans le contexte du projet S3M[3].

Leur objectif était de procéder à des essais de performances du système de "liaison maîtresse" des réseaux SMATV/MATV. On a utilisé à cet effet trois réseaux SMATV/MATV implémentés en laboratoire.

### I.2 Description du banc d'essais

Les réseaux implémentés en laboratoire pour les essais sont tout à fait comparables à des installations réelles en ce qui concerne les composants et les longueurs de câble. Ils utilisent des composants actifs et passifs disponibles sur le marché et sont censés représenter les installations communes les plus usuelles ("anciennes" et nouvelles installations).

Tous les réseaux mesurés avaient une structure parallèle. Les réseaux analysés étaient résistifs (cas défavorable) et inductifs.

Le terminal de regroupement était connecté à l'entrée du réseau SMATV/MATV, alors que le module d'interface interactif (modem utilisateur) était connecté à diverses sorties utilisateur. Les deux équipements étaient connectés à des PC Pentium II sous Linux au moyen d'une interface RS-232 avec protocole de ligne SLIP. Un atténuateur variable était utilisé pour faire varier le niveau du signal à l'entrée du réseau SMATV/MATV afin de mesurer les performances du système pour divers rapports signal sur bruit. La référence du rapport signal sur bruit est faite au niveau du signal analogique GMSK en bande de base dans le modem récepteur, avant la conversion analogique/numérique.

### I.3 Mesures

Les mesures suivantes ont été faites au cours des essais:

- taux d'erreurs de bit du signal GMSK;
- domaine d'atténuation;
- spectre de fréquence intermédiaire;
- performances en présence de distorsions linéaires.

---

[3] Le projet S3M fait partie du projet de technologies et services avancés du programme de la Commission Européenne contribuant principalement à fournir des solutions de canal interactif pour des réseaux SMATV/MATV.

### I.3.1 Taux d'erreurs de bit du signal GMSK

Le taux d'erreurs de bit du signal GMSK a été mesuré sur un réseau implémenté au moyen de connexions résistives, qui représente des installations "anciennes". Ce réseau est très sensible aux conditions présentes au niveau de la terminaison de sortie. Les mesures ont été effectuées dans le cas le plus défavorable de terminaison de sortie, c'est-à-dire avec toutes les terminaisons d'utilisateur laissées en circuit ouvert, à l'exception de celle qui fait l'objet de la mesure. Le taux d'erreurs de bit mesuré était de l'ordre de $10^{-7}$ pour toutes les terminaisons du réseau. Le rapport signal sur bruit mesuré était voisin de 25 dB. Ce rapport signal sur bruit a été mesuré avant la conversion analogique/numérique dans le modem récepteur et les mesures ont été faites en comparant l'amplitude de crête à crête du signal GMSK avec l'amplitude de crête à crête du bruit de fond, mesurées toutes deux dans le domaine des temps au moyen d'un oscilloscope. Le taux d'erreurs de bit n'a pas subi de variation et le système a fonctionné correctement en présence de dix signaux en modulation QAM 64 transmis dans la bande S.

### I.3.2 Atténuation maximale tolérable

L'objectif de cette mesure est de déterminer la puissance du signal devant être injecté à l'entrée du réseau pour obtenir une performance donnée (taux d'erreurs de bit $\leq 10^{-6}$, correspondant à un rapport signal sur bruit $\geq$ 20 dB) sur chacune des sorties. L'atténuation du réseau dépend du domaine de fréquences utilisé. La fréquence a été fixée à 25 MHz dans les prototypes système de "liaison maîtresse". Dans cette bande, l'atténuation présente des différences importantes en fonction du réseau utilisé. Dans le cas des réseaux résistifs ayant fait l'objet des essais, qui correspondent à des installations "anciennes" et avec un nombre limité de sorties, l'atténuation est faible à cette fréquence (de 20 à 25 dB), alors que les réseaux inductifs correspondant à des installations "modernes" peuvent présenter une atténuation pouvant atteindre 60 dB.

La marge de commande automatique de gain (AGC, *automatic gain control*) des prototypes de "liaison maîtresse" peut supporter une atténuation pouvant atteindre 40 dB. Ce point a été vérifié au moyen d'un atténuateur variable, en augmentant l'atténuation jusqu'à ce que les conditions de perte de paquets aient été atteintes. Les essais ont été effectués avec et sans présence de réseaux SMATV/MATV, les résultats obtenus dans les deux cas étant similaires et conformes au domaine d'atténuation de 40 dB. Les mesures ont été effectuées sur chaque sortie dans chacun des réseaux. Les sorties dont l'atténuation était inférieure à 40 dB n'ont introduit aucun diminution des performances du système en ce qui concerne l'atténuateur.

### I.3.3 Spectre de fréquence intermédiaire

La Figure I.1 représente le spectre du signal GMSK pour une fréquence de la transporteuse égale à 25 MHz.

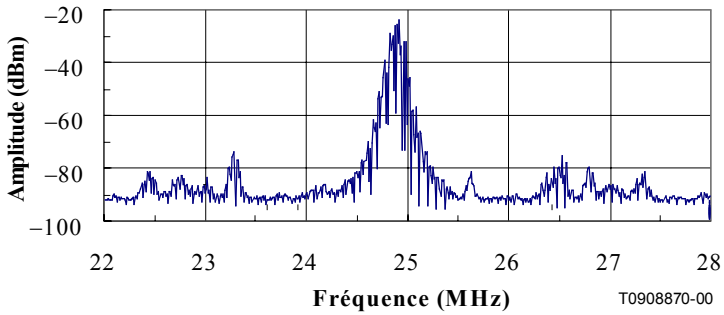



**Figure I.1/J.118 – Spectre de puissance du signal GMSK (bande de 22 à 28 MHz)**

### I.3.4 Performances en présence de distorsions linéaires

Un filtre variable a été ajouté dans le banc d'essais afin de simuler la distorsion linéaire introduite par le réseau de distribution, après avoir vérifié que le réseau qui fait l'objet de l'essai n'introduit pas de distorsions linéaires dans le domaine de fréquences utilisé par le système de "liaison maîtresse".

Le filtre utilisé était un passe-bas avec une fréquence de coupure de 30 MHz environ et a été réglé en faisant varier la fréquence de coupure aux environs de 25 MHz.

Les Figures I.2, I.3 et I.4 présentent les réponses en amplitude et en retard de groupe du filtre dans trois cas différents. Le système a fonctionné correctement dans ces conditions.

La Figure I.5 représente le seul cas dans lequel le système n'a pas fonctionné correctement, après avoir déplacé la coupure du filtre exactement sur la fréquence de 25 MHz. L'atténuation introduite dans ce cas par le filtre était très proche de l'atténuation maximale tolérable par le système.

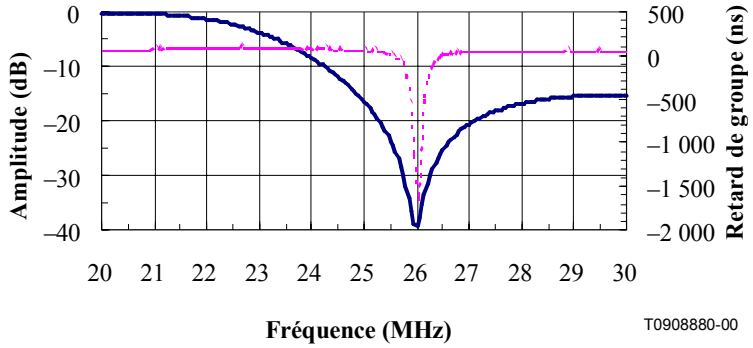



**Figure I.2/J.118 – Réponses en amplitude et en retard de groupe du filtre dans le cas I**

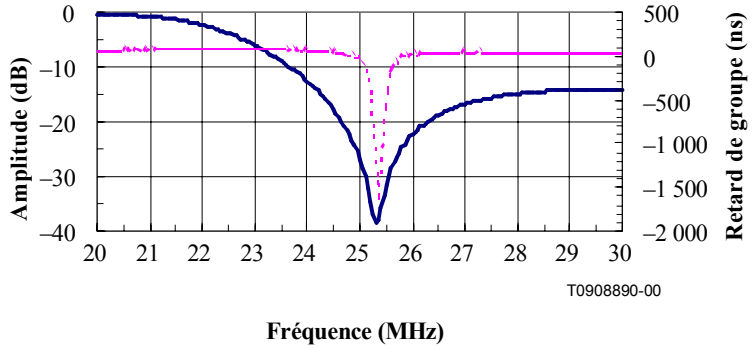



**Figure I.3/J.118 – Réponses en amplitude et en retard de groupe du filtre dans le cas II**

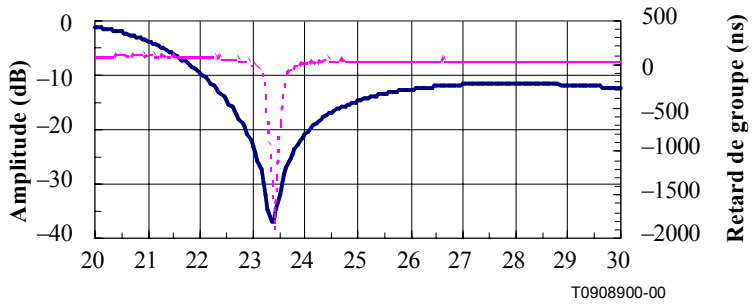



**Figure I.4/J.118 – Réponses en amplitude et en retard de groupe du filtre dans le cas III**

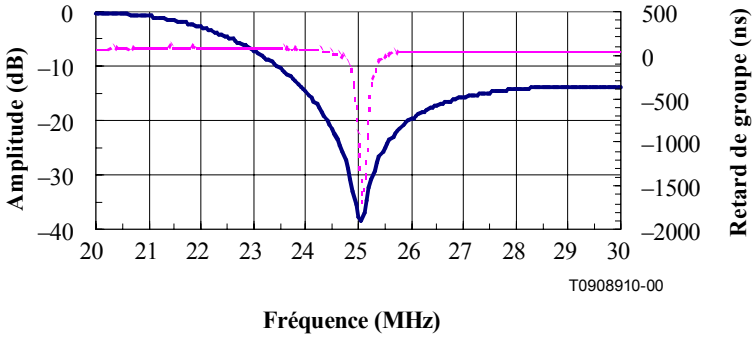



**Figure I.5/J.118 – Réponses en amplitude et en retard de groupe du filtre dans le cas IV**

## I.5 Conclusions

Les principales conclusions sont résumées ci-dessous:

- le système de "liaison maîtresse" fournit de bonnes performances pour les réseaux qui ont fait l'objet des essais (réseaux résistifs correspondant à des installations anciennes et réseaux inductifs représentant des installations modernes);
- les prototypes de système de "liaison maîtresse" autorisent une atténuation maximale de 40 dB dans la bande intéressante des 25 MHz (entre la sortie du modem émetteur et l'entrée du modem récepteur). Les mesures faites sur les réseaux SMATV/MATV essayés ont confirmé cette valeur, en dessous de laquelle la réception du signal a été correcte;
- les effets des distorsions linéaires ont été évalués en ajoutant un filtre variable dans le banc d'essais. La situation "hors service" est atteinte dans le cas d'une atténuation proche de la valeur maximale de 40 dB, ce qui indique de bonnes performances du système en présence de distorsions linéaires dans la bande intéressante.

APPENDICE II

## Compte rendu concernant la simulation du signal GMSK utilisé par le système de liaison maîtresse dans les réseaux SMATV/MATV

### II.1 Introduction

Ce rapport fournit les résultats obtenus par des simulations faites sur un signal GMSK utilisé par la solution de liaison maîtresse sans codage sur les canaux coaxiaux. La simulation a porté sur divers canaux coaxiaux en fonction des types les plus représentatifs de réseaux SMATV/MATV, avec une variété de topologies, de nombre d'utilisateurs, d'étages, etc., installés en Europe de l'Ouest. Il est possible de prendre en considération deux scénarios, l'un avec des réseaux desservant jusqu'à 40 utilisateurs – ce qui représente plus de 80% des utilisateurs SMATV dans les pays du sud de l'Europe (réseaux A à E et H) – et l'autre avec des réseaux de plus de 40 utilisateurs (réseaux F et G). Cette étude a été conduite dans le cadre du projet S3M.

L'objectif principal des simulations a été l'analyse de la dégradation éventuelle du signal, des bandes de fréquences les plus affectées et de l'ordre de grandeur de cette dégradation en présence de bruit blanc.

La fonction de transfert des réseaux coaxiaux a été caractérisée dans le domaine de fréquences de 5 à 50 MHz par le projet RACE DIGISMATV.

### II.2 Description de la simulation

La Figure II.1 représente le diagramme de principe de la simulation.

Le signal GMSK sans codage simulé est celui qui est utilisé pour le canal de retour. La bande de fréquences utilisée dans les simulations du canal de retour allait de 15 à 35 MHz. Le signal a été transmis à travers un filtre reproduisant le canal coaxial avant l'addition du bruit blanc à l'entrée du récepteur.

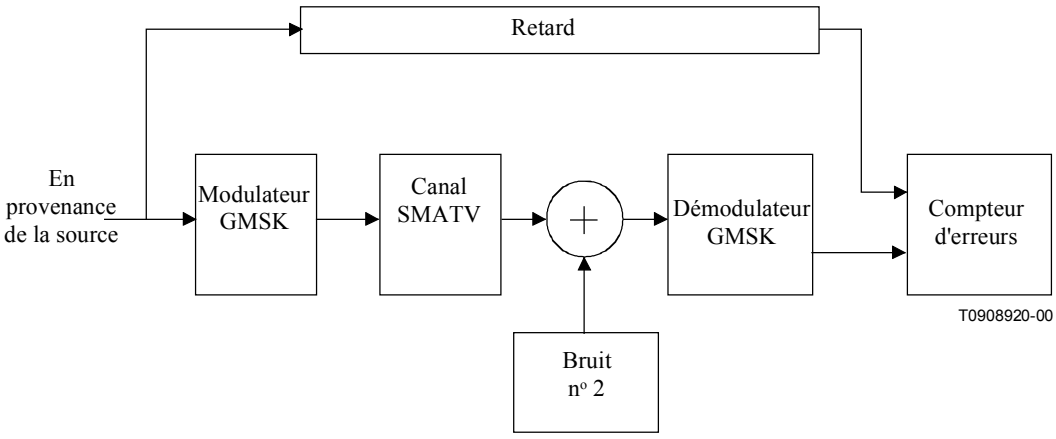



**Figure II.1/J.118 – Chaîne de transmission adoptée pour la simulation**

La chaîne de transmission adoptée pour le système total se composait d'un générateur aléatoire uniforme de bits, d'un modulateur GMSK avec une valeur de $B_{Tx}T$ égale à 0,3, d'un filtre FIR du canal coaxial, d'un générateur de bruit blanc, d'un démodulateur GMSK et d'un compteur de taux d'erreurs sur les bits.

Le modulateur a été construit sous la forme d'un modulateur FM avec un filtre gaussien de mise en forme d'impulsion et un taux de déviation *h* égal à 0,5 [5]. Le démodulateur utilisé dans le récepteur était du type cohérent orthogonal I&Q (en phase et quadrature) conçu par Buda [6] avec le même filtre optimal de prédiction que celui réalisé par Murota [2], en tenant compte des caractéristiques de la représentation I&Q réelle d'un signal MSK [5].

Ce dispositif est un modèle efficace et simple pour la simulation GMSK, dans un environnement temporel sans évanouissement, comme c'est le cas pour le canal coaxial. Il fournit uniquement la dégradation obtenue du fait du canal coaxial, mais non celle résultant de la performance du récepteur, étant donné la synchronisation parfaite de phase et de fréquence du récepteur en présence de bruit blanc. Il fournit la valeur minimale qui sera obtenue sur le canal par des démodulateurs réels.

Le débit est de 270,833 kbit/s. La largeur de bande du filtre de transmission $B_{tx}$ est égale à 81,250 kHz afin de satisfaire à la condition $B_{Tx}T = 0,3$. La largeur de bande assignée par transporteuse est égale à 200 kHz.

La méthode de Monte Carlo [1] est utilisée pour l'estimation du taux d'erreurs sur les bits.

## II.3 Analyse des fonctions de transfert des réseaux considérés

Les fonctions de transfert utilisées représentent les diverses topologies résistives et inductives du media coaxial des systèmes SMATV.

Le Tableau II.1 donne les variations maximales de l'amplitude et du retard de groupe qui ont été relevées sur les graphiques de fonction de transfert de la porteuse GMSK à faible largeur de bande entre 15 et 35 MHz.

La valeur de largeur de bande égale à 247,5 kHz est choisie pour la mesure des variations maximales de l'amplitude et du retard de groupe relevées sur les graphiques en raison de la résolution minimale de ces derniers.

**Tableau II.1/J.118 – Variations maximales d'amplitude et de retard de groupe des réseaux A à H [5] pour une largeur de bande de 247,5 kHz**

| Réseau | Variation maximale d'amplitude pour une largeur de bande de 247,5 kHz (dB) | Variation maximale de retard de groupe largeur de bande de 247,5 kHz (ns) |
|---|---|---|
| A | 0,09 | 2,32 |
| B | 0,07 | 1,71 |
| C | 0,17 | 3,61 |
| D | 0,09 | 2,96 |
| E | 0,77 | 38,68 |
| F | 0,21 | 7,76 |
| G | 7,34 | 539 |
| H | 0,06 | 2,48 |

Le tableau indique clairement que la distorsion du retard de groupe est faible pour la plupart des réseaux simulés. Ceci provient du fait que la période de bit est environ mille fois supérieure aux variations maximales du retard de groupe.

Le réseau G présente une disparité très importante entre les composants du réseau (sorties, séparateurs, connexions de dérivation, etc.), ce qui correspond à un cas très rare pouvant être interprété comme la situation la plus défavorable lorsque le réseau SMATV n'a pas été réalisé correctement.

Pour le réseau G en question, la variation de retard de groupe est égale à 436 ns pour une largeur de bande de 200 kHz, ce qui représente environ 12% de la période de bit. Ceci signifie que la dégradation due à la distorsion de retard de groupe est faible dans le réseau G. Le résultat final obtenu au moyen des simulations a montré que la dégradation correspondant à la distorsion de retard de groupe est minimale en présence de bruit blanc.

Les réseaux résistifs A, B et E ont une atténuation allant de 20 à 35 dB, alors que les réseaux inductifs C, D, F, G et H ont une atténuation allant de 20 à 52 dB dans la largeur de bande de 15 à 35 MHz. L'atténuation pour des réseaux desservant jusqu'à 40 utilisateurs est toujours inférieure à 40 dB dans la bande de 15 à 35 MHz; elle augmente avec la taille du réseau.

Le réseau G possède 4 coupures qui atteignent une variation d'amplitude de 10 dB et une variation de retard de groupe de 600 ns, lorsque la sortie voisine sur le même étage n'est pas terminée correctement sur une impédance de 75 Ω [6]. Comme le signal GMSK est un signal à bande étroite, le Tableau II.1 indique que la variation d'amplitude maximale à 247,5 kHz est égale à 7,34 dB. Ceci représente une variation d'amplitude très élevée qui provoquera une dégradation du signal en présence de bruit blanc au niveau du récepteur. Les 4 coupures étaient définies comme les 4 points critiques A, B, C et D.

Le réseau E présente des ondulations de 5 dB dans la réponse en amplitude, mais la variation d'amplitude n'est pas supérieure à 1 dB dans la largeur de bande du signal GMSK. La dégradation mise en évidence par les simulations était pratiquement nulle en présence de bruit blanc.

## II.4 Résultats de simulation

La Figure II.2 mentionne des emplacements 1, 2 et 3. Ces points correspondent aux emplacements où la transporteuse GMSK était localisée pour les simulations. Comme les 4 points critiques du réseau G sont des coupures, la dégradation la plus élevée en présence de bruit blanc était prévue pour l'emplacement 2. L'emplacement 3 n'est pas le cas le plus défavorable pour le signal du fait de sa forme symétrique.

La dégradation la plus élevée en présence de bruit blanc a été obtenue en utilisant une transporteuse à une distance de 20 kHz à partir de la coupure pour les points critiques A, B et C.

La dégradation la plus élevée pour le point D a été obtenue avec la transporteuse sur l'emplacement 1, parce que la porteuse sur l'emplacement 3 ne voit pas de coupure.

La dégradation provoquée par la distorsion de retard de groupe était minime en présence de bruit blanc. Les simulations ont été effectuées au moyen de filtres avec des réponses en amplitude et en délai et des réponses en amplitude uniquement pour les points critiques du réseau G. Les deux simulations ont donné des résultats identiques.

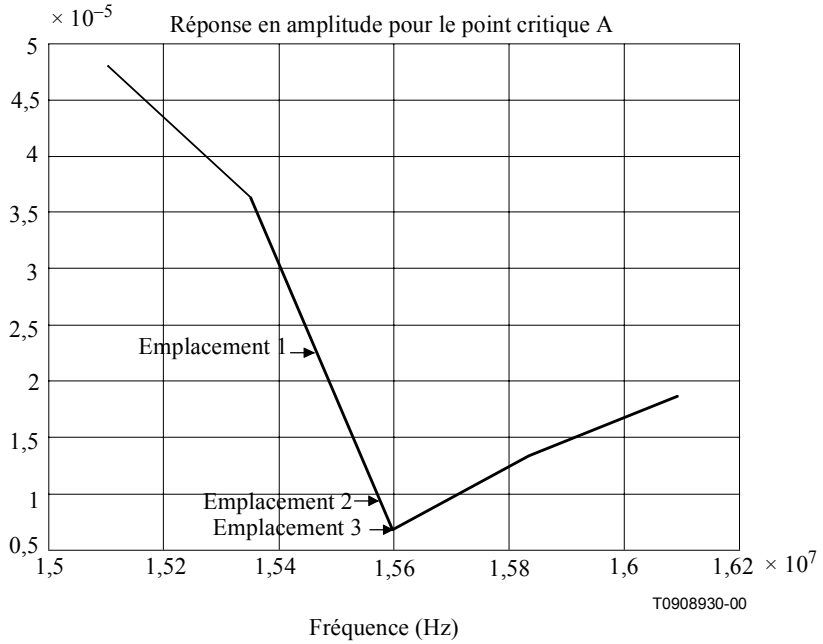



**Figure II.2/J.118 – Point critique A du réseau G. Réponse d'amplitude en fonction de la fréquence**

La Figure II.3 qui suit représente les dégradations du rapport $E_b/N_o$ du signal GMSK en présence de bruit blanc provoqué par la distorsion de la réponse en amplitude dans la fonction de transfert du canal coaxial pour les 4 points critiques du réseau G.

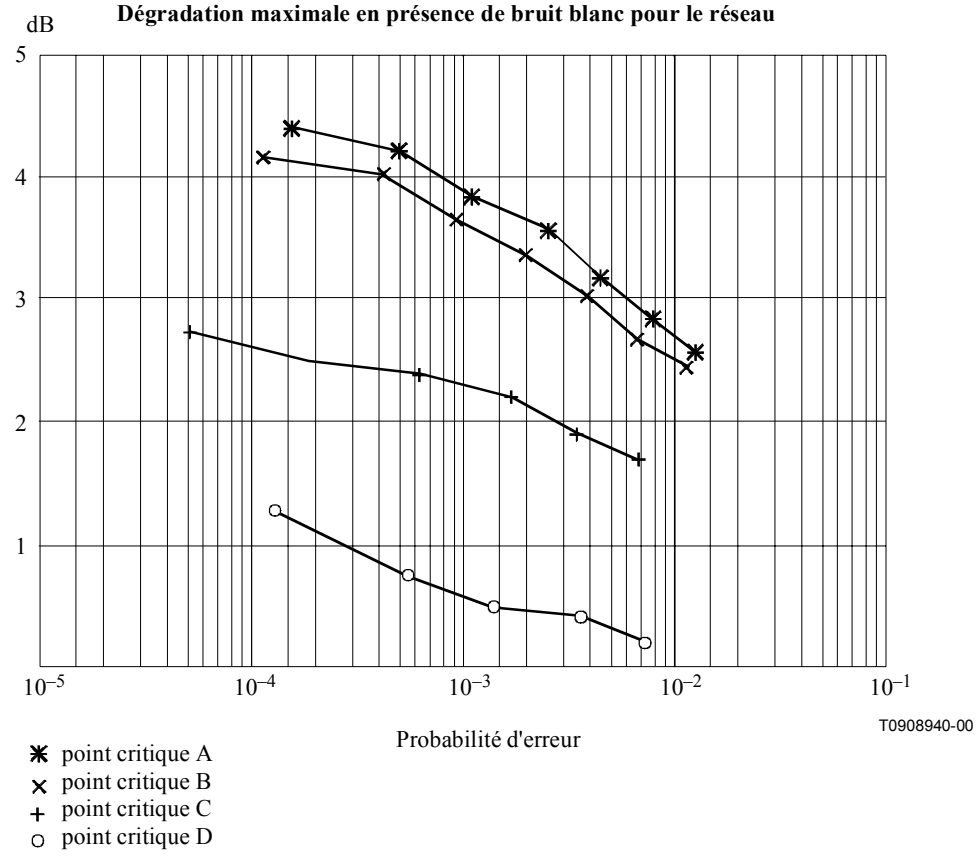



**Figure II.3/J.118 – Dégradation la plus élevée en présence de bruit blanc due au canal coaxial**

## II.5 Conclusions

Les résultats des simulations indiquent les valeurs minimales du rapport $E_b/N_o$ pour le signal GMSK en présence de bruit blanc dans le cas le plus défavorable et atypique d'un réseau SMATV qui n'a pas été réalisé correctement (disparité importante entre composants, séparateurs, connexions de dérivation, sorties et/ou terminés de manière incorrecte).

Par exemple, si le récepteur du réseau G (cas le plus défavorable et nombre d'utilisateurs pouvant atteindre 80) fonctionne avec une probabilité voisine de 0,05 mais non supérieure à cette valeur, les porteuses GMSK subiront au moins une dégradation de 2 dB au voisinage des fréquences de 15,59 et 21,53 MHz si la sortie voisine n'est pas terminée correctement sur 75 Ω (0,05 représente la valeur limite pour les erreurs pouvant être corrigées par le codage Reed Solomon). Cette valeur de dégradation doit être considérée comme faisant partie de la sensibilité des récepteurs au bruit si les réseaux SMATV ne sont pas réalisés ou terminés correctement et si la porteuse GMSK utilisée se trouve au voisinage d'une fréquence introduisant une variation d'atténuation importante.

Il existera également des dégradations aux fréquences de 27,47 et 33,29 MHz si le système de communication pour le réseau G fonctionne avec des probabilités d'erreur nettement inférieures à 0,05.

La dégradation dans le réseau sera toutefois évitée si le réseau SMATV est terminé correctement à la sortie du même étage.

Les réseaux A, B, C, D, E, F et H n'ont pas d'impact sérieux sur le signal GMSK.

En particulier, le comportement est excellent pour des réseaux pouvant atteindre 40 utilisateurs et le signal GMSK ne subit pas de dégradation sérieuse. L'atténuation est également toujours inférieure à 40 dB. L'atténuation maximale sera égale à 52 dB pour des réseaux pouvant atteindre 80 utilisateurs (cas le plus défavorable atypique). Il en résulte que l'une des caractéristiques dont l'implémentation des récepteurs doit tenir compte est la marge dynamique nécessaire pour une atténuation d'amplitude allant de 20 dB à 52 dB (situation du cas atypique le plus défavorable) qui dépend également du type de réseau SMATV.

En fin de compte, les constructeurs doivent tenir compte dans certains cas de la dégradation dans le cas le plus défavorable, même atypique, et de la marge dynamique.

## II.6 Bibliographie


[1] JERUCHIN (M.C.), BALABAN (P.), SHANMUGAN (K.): Simulation of Communications Systems, *Plenum*, New York 1992.
(Simulation de systèmes de communication)

[2] MUROTA (K.), KINISHITA (K.), HIRADE (K.): GMSK modulation for digital mobile radio telephony, *IEEE Trans. Commun*., Vol. COM-29, pp. 1044-1050, juillet 1981.
(Modulation GMSK pour la téléphonie numérique mobile par radio)

[3] BENELLI (G.), CASTELLINI (G.), DEL RE (E.), FANTACCI (R.), PIERUCCI (L.), PAGLIANI (L.): Design of a digital MLSE receiver for mobile radio communications, *GLOBECOM 91*, pp. 1469-1473, Phoenix, AZ, décembre 1991.
(Conception d'un récepteur MLSE pour les radiocommunications mobiles)

[4] ELNOUBI (S.M.): Analysis of GMSK with differential Detection in Land Mobile Radio Channels, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Vol. VT-35, pp. 162-167, novembre 1986.
(Analyse de la modulation GMSK avec détection différentielle dans des canaux de radio terrestre mobile)

[5] SIMON (M.K.), HINEDI (S.M.), LINDDSEY (W.C.): Digital Communications Techniques, *Prentice Hall*, New Jersey, 1994.
(Techniques de communication numériques)

[6] DE BUDA (R.): Coherent Demodulation of Frequency-Shift Keying with Low Deviation Ratio," *IEEE Trans. Commun.*, pp. 429-435, juin 1972.
(Démodulation cohérente de la modulation par déplacement de fréquence pour un faible taux de déviation)

## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

| | |
|---|---|
| Série A | Organisation du travail de l'UIT-T |
| Série B | Moyens d'expression: définitions, symboles, classification |
| Série C | Statistiques générales des télécommunications |
| Série D | Principes généraux de tarification |
| Série E | Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains |
| Série F | Services de télécommunication non téléphoniques |
| **Série G** | **Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques** |
| Série H | Systèmes audiovisuels et multimédias |
| Série I | Réseau numérique à intégration de services |
| Série J | 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 de données et communication entre systèmes ouverts |
| Série Y | Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet |
| Série Z | Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication |

*19978*

Imprimé en Suisse
Genève, 2001