

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

J.282

(11/2006)

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

Transmission numérique des signaux de télévision

**Architecture de la distribution vidéo multicanal
sur les réseaux IP**

Recommandation UIT-T J.282

Recommandation UIT-T J.282

Architecture de la distribution vidéo multicanal sur les réseaux IP

Résumé

La présente Recommandation définit l'architecture des systèmes de distribution vidéo IP. Les technologies de transmission IP pouvant utiliser divers supports physiques du fait qu'elles sont par nature indépendantes du support, la présente Recommandation décrit d'autres technologies de réseaux d'accès à large bande telles que celles des réseaux d'accès optique, des lignes d'abonné numériques (xDSL) et des câblo-modems.

Source

La Recommandation UIT-T J.282 a été approuvée le 29 novembre 2006 par la Commission d'études 9 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références..... 1
3	Définitions 2
4	Abréviations et acronymes 2
5	Conventions 3
6	Architecture 3
6.1	Cadre architectural..... 3
6.2	Réseau de distribution de contenus 5
6.3	Protocole Internet 6
6.4	Modèle de fourniture du service..... 8
6.5	Commutation de canaux 9
6.6	Services..... 11
6.7	Informations de service 11
6.8	Équipement de locaux d'abonné 12
6.9	Mise en service 12
6.10	Sécurité 13
	Bibliographie..... 15

Introduction

La présente Recommandation définit l'architecture des systèmes de distribution vidéo IP qui satisfont aux prescriptions définies dans [b-UIT-T J.281]. Cette architecture a pour but d'assurer la distribution primaire et secondaire de programmes de radiodiffusion ainsi que les principaux services de télévision par câble (CATV, *cable television*). En conséquence, certaines questions importantes, qui ne découlent pas des prescriptions relatives au service de transmission vidéo générique mais qui présentent un grand intérêt pour la radiodiffusion, telles que la restriction de zones de distribution et la réception anonyme, sont prises en considération.

Les technologies de transmission IP pouvant être utilisées avec divers supports physiques en raison de leur grande adaptabilité, la présente Recommandation donne également un aperçu d'autres technologies de réseaux d'accès à large bande, qui ne sont pas abordées dans la Recommandation [b-UIT-T J.281], telles que les technologies des lignes d'abonné numériques (xDSL) et des câblo-modems.

Recommandation UIT-T J.282

Architecture de la distribution vidéo multicanal sur les réseaux IP

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit l'architecture des systèmes de distribution vidéo IP qui peuvent offrir des fonctionnalités et des services équivalents à ceux d'un système de CATV conventionnelle avec distribution secondaire d'émissions de radiodiffusion.

La distribution vidéo de haute qualité sur le réseau IP exige des technologies de réseau d'accès à large bande telles que celles des réseaux d'accès optique, des lignes d'abonné numériques (xDSL) et des câblo-modems. Le présent document décrit des fonctionnalités du réseau de distribution de contenus (CDN, *content distribution network*) et du réseau d'accès requises pour assurer des services vidéo multicanaux. Le réseau CDN est naturellement placé sous le contrôle de l'opérateur (ou des opérateurs) de réseau. La distribution de programmes à l'échelle mondiale n'est pas abordée dans la présente Recommandation.

La configuration du service est grosso modo la même que pour la CATV conventionnelle. La TVHD est offerte dans le cadre du service vidéo.

Les deux protocoles Internet (IPv4 et IPv6) sont pratiquement identiques, à quelques différences près, telles que l'architecture d'adresse et le protocole de gestion de la multidiffusion. La présente Recommandation ne précise pas lequel de ces deux protocoles qu'il convient ou non d'utiliser. Le choix du protocole Internet est laissé à l'appréciation de l'opérateur.

Les technologies IP peuvent être appliquées à la contribution, à la distribution primaire et secondaire et à la transmission/distribution à domicile. La présente Recommandation porte essentiellement sur la distribution primaire et secondaire. Les autres utilisations – la vidéo à la carte (VOD, *video on demand*) – peuvent s'ajouter à l'architecture de la présente Recommandation.

2 Références

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

- [UIT-T H.222.0] Recommandation UIT-T H.222.0 (2006) | ISO/CEI 13818-1 (2006), *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et du son associé: systèmes.*
- [UIT-T J.94] Recommandation UIT-T J.94 (1998), *Information de service pour la diffusion numérique dans les systèmes de télévision par câble.*
- [UIT-T J.183] Recommandation UIT-T J.183 (2001), *Multiplexage temporel de plusieurs flux de transport MPEG-2 sur des systèmes de télévision par câble.*
- [UIT-T J.290] Recommandation UIT-T J.290 (2006), *Boîtiers adaptateurs de prochaine génération – Architecture de base.*
- [UIT-T J.292] Recommandation UIT-T J.292 (2006), *Boîtiers adaptateurs de prochaine génération – Architecture indépendante du support.*

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 flux IP (*IP stream*): flux de paquets IP identifié par l'adresse IP de destination/d'origine et le numéro de port.

3.2 terminal de réseau (*NT, network terminal*): terme générique désignant l'équipement qui termine une installation de réseau d'accès extérieure. Un terminal de réseau inclut une unité optique de réseau (ONU), un câblo-modem et un modem de ligne d'abonné numérique (xDSL).

3.3 flux de transport (*TS, transport stream*): structure de données définie dans [UIT-T H.222.0].

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et les acronymes suivants:

CAS	système à accès conditionnel (<i>conditional access system</i>)
CATV	télévision par câble (<i>cable television</i>)
CDN	réseau de distribution de contenus (<i>content distribution network</i>)
CPE	équipement de locaux d'abonné (<i>customer premises equipment</i>)
DHCP	protocole de configuration de serveur dynamique (<i>dynamic host configuration protocol</i>)
ECM	message de commande d'habilitation (<i>entitlement control message</i>)
EMM	message de gestion d'habilitation (<i>entitlement management message</i>)
EPG	guide électronique de programme (<i>electronic programme guide</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
FTTB	raccordement par fibre jusqu'au bâtiment (<i>fibre to the building</i>)
FTTH	raccordement par fibre jusqu'au domicile (<i>fibre to the home</i>)
IGMP	protocole de gestion de groupe Internet (<i>Internet group management protocol</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
L2	couche 2 (<i>layer 2</i>)
MAC	commande d'accès au support physique (<i>media access control</i>)
MLD	protocole MLD (<i>multicast listener discovery</i>)
MPEG	groupe d'experts pour les images animées (<i>moving picture experts group</i>)
NIT	table d'informations sur le réseau (<i>network information table</i>)
ONU	unité optique de réseau (<i>optical network unit</i>)
PC	ordinateur personnel (<i>personal computer</i>)
PES	flux élémentaire empaqueté (<i>packetized elementary stream</i>)
PSI	information spécifique de programme (<i>programme specific information</i>)
QS	qualité de service
RA	signalement du routeur (<i>router advertisement</i>)
RTP	protocole de transport en temps réel (<i>real-time transport protocol</i>)

SI	information de service (<i>service information</i>)
SLA	accord de niveau de service (<i>service level agreement</i>)
STB	boîtier adaptateur (<i>set-top box</i>)
ToS	type de service (<i>type of service</i>)
TS	flux de transport (<i>transport stream</i>)
TSMF	trame de multiplexage des flux de transport (<i>transport streams multiplexing frame</i>)
TTL	durée de vie (<i>time to live</i>)
TVHD	télévision à haute définition
UDP	protocole datagramme d'utilisateur (<i>user datagram protocol</i>)
WWW	réseau Internet (<i>world wide Web</i>)
xDSL	ligne d'abonné numérique x (<i>x digital subscriber line</i>)

5 Conventions

Dans la présente Recommandation, les mots ou expressions qui sont utilisés pour indiquer l'importance de certaines prescriptions figurent en italiques. Ces mots ou expressions sont les suivants:

"DOI(VEN)T"	Ce mot ou l'adjectif "REQUIS(E)(S)" indiquent l'absolue prescription de l'élément dans la présente Recommandation.
"NE DOI(VEN)T PAS"	Cette phrase indique l'absolue interdiction de l'élément dans la présente Recommandation.
"DEVRAI(EN)T"	Ce mot ou l'adjectif "RECOMMANDE(E)(S)" indiquent qu'il peut exister des raisons valables, dans certaines circonstances, de ne pas tenir compte de cet élément, mais que toutes les implications devraient être comprises et que le cas devrait être soigneusement soupesé avant de faire un choix différent.
"NE DEVRAI(EN)T PAS"	Ce libellé indique qu'il peut exister des raisons valables, dans des circonstances particulières, de considérer le comportement énoncé comme étant acceptable ou même utile, mais que toutes les implications devraient être bien comprises et que le cas devrait être soigneusement soupesé avant d'implémenter un quelconque comportement décrit par ce libellé.
"PEU(VEN)T"	Ce mot ou l'adjectif "FACULTATIF(VE)(S)" indiquent que l'élément est véritablement en option. Un vendeur peut choisir de l'inclure parce qu'une place de marché l'exige ou parce qu'il améliore le produit, par exemple, tandis qu'un autre vendeur peut omettre ce même élément.

6 Architecture

6.1 Cadre architectural

Le service de télévision par câble (CATV, *cable television*) est un ensemble d'éléments de services (programme vidéo, programme sonore, diffusion de données, guide électronique de programme (EPG, *electronic programme guide*) et système à accès conditionnel (CAS, *conditional access system*), notamment) qui sont produits sur un système MPEG-2. Afin d'assurer des services équivalents à la CATV conventionnelle, la pile de protocoles du système CATV au dessus de la couche TS MPEG-2 est appliquée avec un minimum de modifications comme indiqué sur la

Figure 6-1. De plus, le système CAS est assuré en tant qu'une des fonctionnalités de service qui réside au-dessus de la couche TS MPEG-2.

La fonctionnalité de transmission qui est définie dans [b-UIT-T J.83] pour la CATV conventionnelle est remplacée par le protocole Internet et les fonctionnalités connexes. Les fonctionnalités de correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*), qui améliorent la qualité de transmission, résident dans la couche TS MPEG-2 et/ou dans la couche IP.

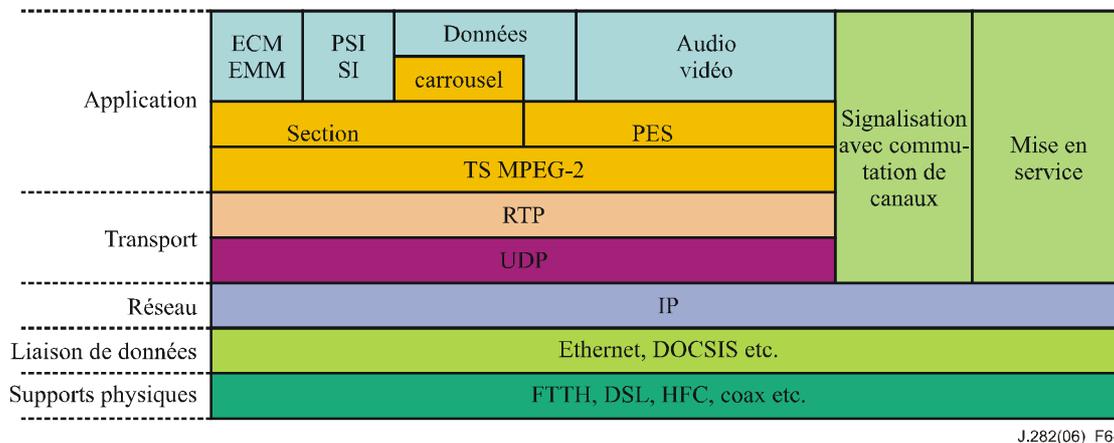


Figure 6-1 – Pile de protocoles

Le système se compose concrètement d'une tête de réseau, d'un réseau de distribution de contenus (CDN, *content distribution network*) et d'un équipement de locaux d'abonné (CPE, *customer premise equipment*), comme indiqué sur la Figure 6-2.

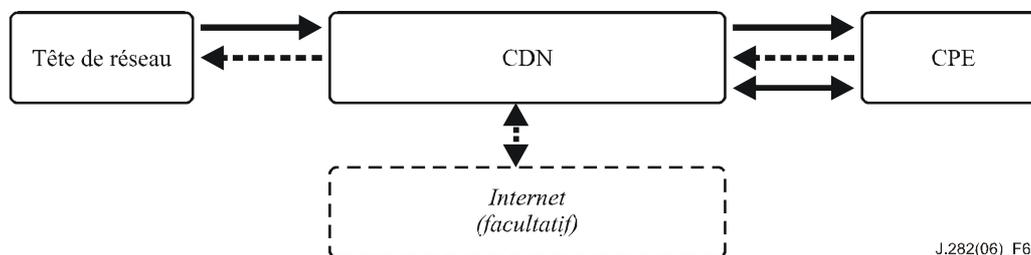


Figure 6-2 – Configuration du système

La tête de réseau coordonne les programmes vidéos et les informations auxiliaires, produit les flux de transport et les transmet dans le réseau CDN, à l'instar d'une tête de réseau CATV conventionnelle. Au moins une tête de réseau DOIT être connectée au réseau CDN. Deux têtes de réseau ou plus PEUVENT être connectées au même réseau CDN si besoin est. En cas de connexion de plusieurs têtes de réseau, l'équipement CPE PEUT être autorisé à recevoir les programmes émis par chacune d'entre elles.

Le réseau CDN remet les paquets IP encapsulant des paquets TS MPEG-2 aux équipements CPE. Contrairement à la technologie de transmission conventionnelle telle que celle de [b-UIT-T J.83], qui est conçue pour la transmission sur câble coaxial, la technologie IP, qui permet d'utiliser divers supports physiques pour transmettre les programmes, devrait en principe réduire les contraintes au niveau de la conception des réseaux. En ce qui concerne le réseau d'accès, de nombreuses technologies de réseau d'accès, telles que celles du réseau d'accès optique, des lignes d'abonnés numériques (xDSL) et des câblo-modems peuvent être utilisées, pour autant que la largeur de bande disponible soit suffisante. Comme le réseau CDN est un réseau fermé, l'accessibilité mondiale

requis pour les applications Internet conventionnelles telles que la navigation sur le Web (WWW) et la messagerie électronique (e-mail) est assurée par connexion via l'Internet.

Les fonctionnalités des équipements CPE sont équivalentes à celles d'un boîtier adaptateur (STB, *set-top box*) CATV, à l'exception de la fonctionnalité de terminaison de la couche physique.

6.2 Réseau de distribution de contenus

Le réseau CDN assure la fonctionnalité de distribution vidéo entre la tête de réseau et les équipements CPE. Le réseau CDN peut également assurer une connexion à l'Internet en s'interconnectant à celui-ci. En outre, une capacité bidirectionnelle entre la tête de réseau et l'équipement CPE peut être assurée. La configuration du réseau CDN est représentée sur la Figure 6-3.

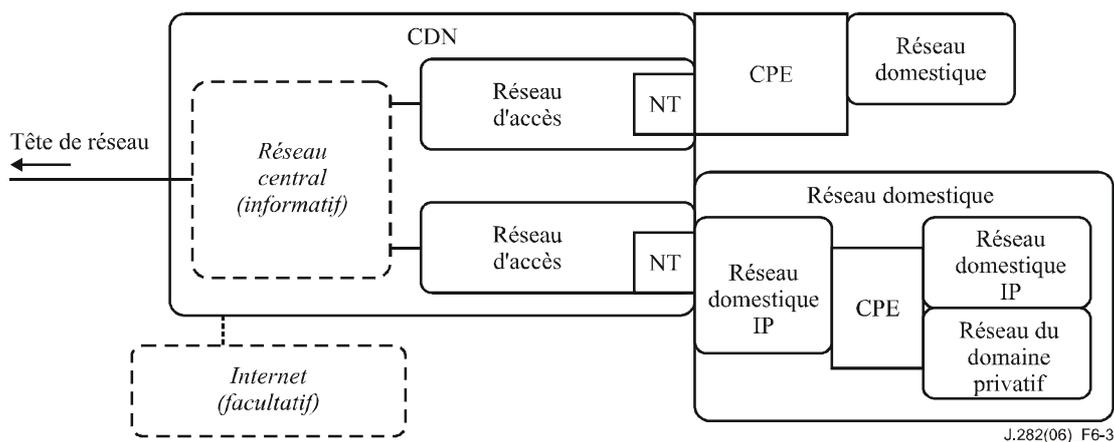


Figure 6-3 – Organigramme de la distribution des signaux vidéo

Le réseau CDN comprend un réseau central et un réseau d'accès. Bien qu'il n'inclue pas l'Internet, le réseau CDN peut assurer une connectivité à l'Internet lorsque l'équipement CPE utilise des services qui exigent une telle connectivité.

Le réseau CDN doit garantir une qualité de transmission élevée qui satisfasse aux exigences imposées par les flux vidéo. En conséquence, l'opérateur de réseau en charge du réseau CDN doit maintenir la qualité de transmission. Si plusieurs opérateurs de réseau participent à la construction et à l'exploitation d'un réseau CDN, ils DEVRAIENT passer un accord SLA qui définit la qualité de transmission du réseau et la technologie employée.

6.2.1 Réseau central

Le réseau central a pour rôle de distribuer les paquets IP injectés dans chaque réseau d'accès avec une qualité de transmission suffisante. Il dispose d'une largeur de bande, d'une fonctionnalité QS et/ou d'une architecture de réseau appropriées garantissant la qualité nécessaire pour les services de transmission vidéo, compte tenu du trafic généré par les applications Internet, telles que la navigation sur le web (WWW) et la messagerie électronique (e-mail).

La fonctionnalité détaillée du réseau d'accès n'est pas abordée dans la présente Recommandation.

6.2.2 Réseau d'accès

Le réseau d'accès relie le réseau central et l'équipement CPE ou réseau domestique.

Le réseau d'accès doit disposer d'une largeur de bande suffisante pour la distribution vidéo. Le réseau d'accès DOIT pouvoir fournir au moins un service IP avec une qualité suffisante. En outre, il

DEVRAIT pouvoir fournir plusieurs services IPS afin de prendre en charge plusieurs équipements CPE connectés au même réseau d'accès.

La présente Recommandation s'applique notamment, mais pas exclusivement, aux technologies du réseau d'accès à large bande suivantes: FTTH/FTTB, xDSL et câblo-modems. Des exemples de technologies de réseau d'accès appropriées sont donnés dans les Recommandations et norme suivantes:

- [b-UIT-T G.983.1];
- [b-UIT-T G.983.3];
- [b-UIT-T G.984.2];
- [b-UIT-T G.993.2];
- [b-UIT-T G.992.5];
- [b-IEEE 802.3ah];
- [b-UIT-T J.112];
- [b-UIT-T J.122].

6.2.3 Réseau domestique IP

Un équipement de réseau entre le terminal de réseau (NT, *network terminal*) et l'équipement CPE peut exister au domicile d'un abonné. La présente Recommandation désigne un tel équipement de réseau sous la dénomination de "réseau domestique IP".

Un réseau domestique IP transmet les programmes du terminal de réseau (NT) à l'équipement CPE dans le cadre d'un réseau domestique. Le terminal de réseau est autorisé à transmettre un programme à l'équipement CPE. L'équipement CPE NE DOIT PAS être autorisé à transmettre un programme au terminal de réseau ou à d'autres équipements CPE. En outre, le système à accès conditionnel (CAS) DOIT être utilisé pour protéger les programmes à l'intérieur du réseau domestique IP.

Un réseau domestique IP DEVRAIT pouvoir assurer au moins un service IP pour chaque équipement CPE avec une qualité suffisante et PEUT assurer plusieurs services IP pour chaque équipement CPE.

6.3 Protocole Internet

6.3.1 IPv4/IPv6

L'existence et l'utilisation de deux protocoles Internet – IPv4 et IPv6 – sont communément admises. Ces protocoles diffèrent l'un de l'autre à certains égards (longueur d'adresse, par exemple). Les procédures applicables à la distribution en mode multidiffusion, à la signalisation et à la gestion des adresses ont été définies pour chaque protocole. La présente Recommandation ne précise par le protocole qu'il convient ou non d'utiliser.

6.3.2 Restriction de la zone de distribution

Il peut être souhaitable ou nécessaire de restreindre la zone de distribution du service de radiodiffusion. La raison en est que la distribution illimitée de contenus de radiodiffusion sur le réseau mondialement accessible pourrait être source de préoccupations pour les partenaires commerciaux en présence. Il existe plusieurs mécanismes permettant de restreindre matériellement la zone de distribution, comme nous le verrons ci-dessous.

Restriction du routage

Le trajet de routage des paquets multidiffusés, ainsi que des paquets monodiffusés, est régulé par les informations de routage. La zone de distribution peut être limitée par la gestion appropriée des informations de routage.

Durée de vie/nombre de sauts

La durée de vie (TTL, *time-to-live*) (IPv4) et le nombre de sauts (*hop-limit*) (IPv6) sont définis dans chaque en-tête IP afin d'éviter que les paquets qui ne peuvent pas être remis ne restent en permanence dans le réseau. La valeur codée sur 8 bits de ce champ est décrémentée lorsqu'un routeur traite le paquet. En règle générale, ce champ est rempli par une valeur relativement importante (de 254, par exemple), pour permettre l'accès à une destination lointaine. Si ce champ est rempli par une faible valeur, la zone accessible par le paquet multidiffusé peut se limiter à une zone relativement petite. Toutefois, la distance logique admise par ce champ peut parfois différer sensiblement de la distance physique correspondante. Par exemple, un réseau L2 de grande ampleur peut véhiculer des paquets IP sans consommer toute la valeur TTL/nombre de sauts. Cette caractéristique du rapport TTL/nombre de sauts appelle un complément d'étude.

Filtrage par passerelle

Le filtrage des paquets constitue une méthode classique de restriction de la zone de distribution. Située dans le réseau CDN ou à la frontière avec un autre réseau, la passerelle de filtrage limite la zone de distribution conformément à la politique de filtrage adoptée.

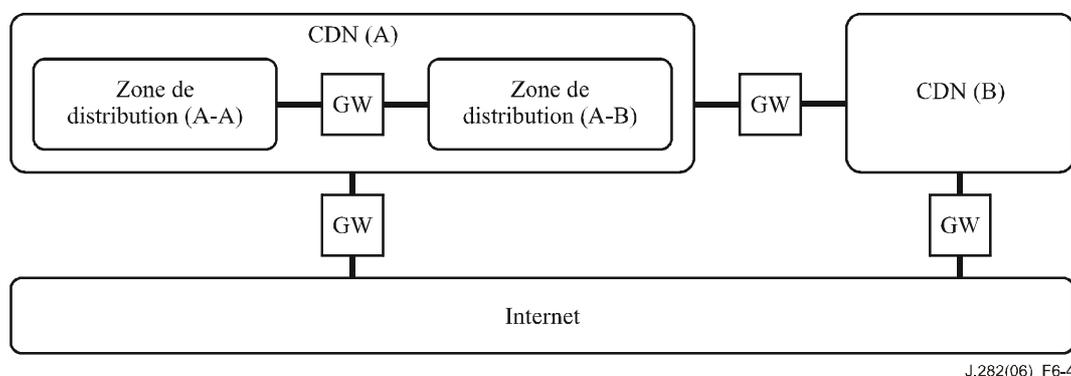


Figure 6-4 – Exemple de filtrage par passerelle

La Figure 6-4 donne un exemple de limitation de la zone de distribution. Les points où peuvent être situées les passerelles sont indiqués ci-dessous :

- point d'interconnexion entre le réseau CDN et l'Internet;
- point d'interconnexion entre réseaux CDN;
- à l'intérieur du réseau CDN.

Tous les programmes qui traversent la passerelle de filtrage situés entre le réseau CDN et l'Internet DOIVENT être désactivés pour éviter leur distribution incontrôlée via l'Internet. Les passerelles de filtrage situées entre réseaux CDN ou à l'intérieur du réseau CDN désactiveront les programmes conformément au montage installé sur les passerelles.

Connaissance de la position de l'équipement CPE

L'utilisation d'informations de localisation de l'équipement CPE permet à un équipement CPE de vérifier la validité de son accès au contenu pour la zone de distribution désignée. En d'autres termes, cette méthode permet d'interdire à un équipement CPE non autorisé d'avoir accès à un contenu indûment transféré en provenance d'une autre région. Le mécanisme peut être installé dans un équipement CPE pour connaître automatiquement sa position d'après son comportement à l'égard du réseau d'accès ou du réseau central. L'information de position peut être préregistrée manuellement par l'utilisateur ou l'opérateur du réseau.

Pour de plus amples précisions, voir [UIT-T J.292].

6.3.3 Attribution d'adresse IP de multidiffusion

Comme l'accessibilité mondiale des programmes n'est pas nécessaire, il n'y a pas lieu d'attribuer des adresses de multidiffusion de portée mondiale. Les adresses de multidiffusion réservées pour la partie locale sont suffisantes pour cet usage.

L'adresse de classe D est désignée comme adresse de multidiffusion dans les réseaux IPv4. La [b-IETF RFC 2365] définit la portée locale de ce bloc d'adresses.

L'architecture des adresses pour la multidiffusion avec IPv6 est définie dans [b-IETF RFC 3513] de l'IETF. En outre, [b-IETF RFC 3306] de l'IETF définit les adresses de multidiffusion IPv6 avec le préfixe de monodiffusion qui est approprié pour ce mode de distribution.

6.4 Modèle de fourniture du service

Pour la structure de multiplexage des flux de transport MPEG-2, voir [UIT-T J.94].

Chaque bloc IPS DEVRAIT contenir un flux de transport. Si l'on applique comme système de multiplexage celui de [UIT-T J.183], un bloc IPS PEUT véhiculer plusieurs flux de transport. La Figure 6-5 représente le modèle de fourniture du service pour la distribution IP.

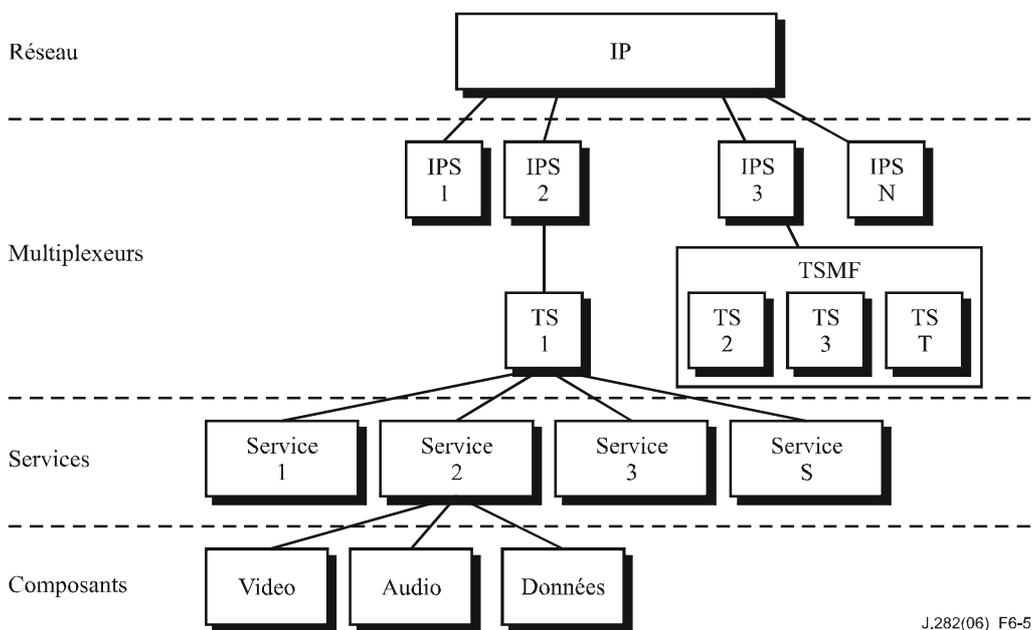


Figure 6-5 – Modèle de fourniture du service

La relation entre les blocs IPS et les flux de transport DEVRAIT être stable. Toute instabilité peut faire échouer la coordination avec les informations de service (SI) et engendrer un problème technique.

Le programme DEVRAIT être identifié au moyen d'un jeu d'identificateurs utilisés dans le système MPEG-2, parmi lesquels l'identificateur du réseau d'origine, l'identificateur du réseau, l'identificateur des flux de transport et l'identificateur du service. Afin d'éviter tout problème au niveau du système MPEG-2, on DEVRAIT se garder d'identifier le programme au moyen de l'adresse IP sans recourir à l'identificateur du réseau, à l'identificateur du flux de transport et à l'identificateur du flux de service.

6.5 Commutation de canaux

6.5.1 Modèle de commutation de canaux

La Figure 6-6 représente le modèle de commutation de canaux.

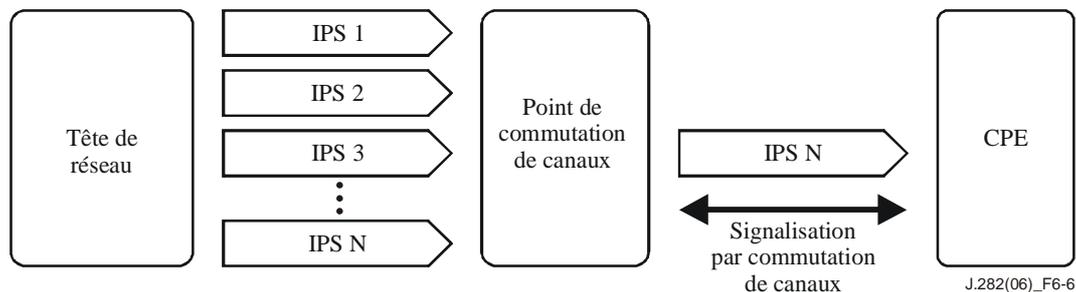


Figure 6-6 – Modèle de commutation de canaux

La présente Recommandation définit le point de commutation de canaux comme une fonction équivalente de celle du syntoniseur du boîtier adaptateur (STB) de télévision par câble (CATV). Le point de commutation de canaux reçoit un certain nombre de blocs IPS parmi lesquels il sélectionne celui qu'il va restituer. Tous les blocs IPS provenant de la tête de réseau DEVRAIENT être distribués simultanément au point de commutation de canaux. Le point de commutation de canaux sélectionne un bloc IPS et le transmet à l'équipement CPE. La signalisation par commutation de canaux désigne le bloc IPS à sélectionner au point de commutation de canaux.

6.5.2 Lieu d'implantation du point de commutation de canaux

Dans la pratique, la fonctionnalité de commutation de canaux peut être installée aux emplacements suivants:

- au point d'interconnexion entre le réseau d'accès et le réseau central;
- dans le terminal de réseau;
- à l'intérieur du réseau domestique IP;
- à l'intérieur de l'équipement CPE (point de commutation de canaux intégré).

Si le point de commutation de canaux est situé dans le réseau central, il doit procéder plus souvent au traitement de la signalisation par commutation de canaux que lorsqu'il est situé dans une partie périphérique du réseau. Cette fréquence accrue de traitement de la signalisation peut entraîner une dégradation perceptible de la qualité de commutation de canaux. En conséquence, le point de commutation de canaux NE DEVRAIT PAS être situé dans le réseau central.

Il est possible de construire des arborescences de multidiffusion dynamique pour la distribution de données multidiffusées. Il semble souhaitable d'utiliser l'arborescence de multidiffusion dynamique en raison de sa capacité à consommer moins de largeur de bande que le système de multidiffusion statique. Toutefois, le positionnement instable du point de traitement de multidiffusion allongera la durée de commutation des canaux. En conséquence, le point de commutation des canaux DEVRAIT être positionné statiquement.

6.5.3 Signalisation par commutation des canaux

La signalisation par commutation de canaux est une fonctionnalité qui permet de contrôler le point de commutation des canaux et qui désigne le bloc IPS qu'il convient de choisir. Elle peut être mise en œuvre sous la forme d'un protocole de gestion de multidiffusion, sauf dans le cas d'un point de commutation de canaux intégré. Des exemples de protocole appropriés pour la signalisation par commutation de canaux sont indiqués ci-dessous:

- IGMPv2 [b-IETF RFC 2236];
- IGMPv3 [b-IETF RFC 3376];
- MLDv2 [b-IETF RFC 3810].

Seule la méthode de signalisation par commutation de canaux devrait être utilisée pour désigner le bloc IPS. Toute autre méthode peut causer une commutation des canaux non souhaitée par l'utilisateur et suscite, par conséquent, des préoccupations quant à l'identité des programmes qui est généralement requise pour la distribution secondaire de programmes de radiodiffusion.

6.5.4 Durée de commutation des canaux

Lorsque l'utilisateur commute le programme, plusieurs opérations sont invoquées, notamment au niveau IP, au niveau des flux de transport MPEG-2 (attente des informations PSI/SI et de l'image I, par exemple) et au niveau du décodage. L'opération au niveau IP comporte les trois étapes suivantes:

- traitement de la signalisation par commutation de canaux;
- mise en mémoire tampon dans l'équipement CPE;
- décodage de la correction FEC.

De courtes durées de commutation des canaux sont souhaitables, car les longues durées indisposent l'utilisateur.

6.5.5 Réception anonyme

Comme la distribution de programmes sur le réseau IP nécessite des opérations interactives entre le réseau CDN et l'équipement CPE, la violation de l'anonymat de la réception est un sujet important de préoccupation, et ce en particulier en radiodiffusion. Le réseau CDN et l'opérateur du réseau NE DEVRAIENT PAS observer le comportement de commutation des canaux ni collecter d'informations d'affichage du journal, sauf raison techniquement justifiable (maintenance, par exemple). La collecte d'informations d'affichage du journal DEVRAIT être effectuée par le système à accès conditionnel (CAS), et non pas par la fonctionnalité du réseau CDN, pour une raison de facturation, par exemple.

Certaines méthodes techniques permettent de renforcer l'anonymat de la réception. Ces méthodes sont indiquées ci-dessous.

- *Adresse sans état*

L'autoconfiguration d'adresse sans état permet à l'équipement CPE de générer son adresse localement au moyen du signalement du routeur (RA, *router advertisement*) et des informations disponibles localement (adresse MAC, généralement) comme indiqué dans la [b-IETF RFC 2462]. Le recours à une entité chargée exclusivement de la gestion des adresses, qui est nécessaire pour la configuration d'adresse avec état, au moyen, par exemple, du protocole DHCP, n'est pas nécessaire ici. L'identification de chaque utilisateur au moyen de son adresse s'avère plus difficile que la configuration d'adresse avec état, du fait qu'aucune entité n'accumule d'informations de configuration.

- *Point de commutation de canaux intégré*
L'intégration du point de commutation des canaux dans l'équipement CPE écarte toute possibilité de détection de la signalisation par commutation des canaux. Dans ce cas, tous les blocs IPS sont transmis à l'équipement CPE à l'intérieur duquel la sélection du bloc IPS à restituer est effectuée. Bien qu'il renforce l'anonymat, ce système entraîne une consommation accrue de la largeur de bande dans le réseau d'accès ainsi que dans l'installation à domicile.
- *Point de commutation des canaux sécurisé*
Le dispositif qui contient le point de commutation des canaux offre la possibilité de collecter des informations d'affichage du journal s'il est géré de manière inappropriée. Pour réduire le risque d'un tel usage abusif, il est souhaitable de séparer l'interface de gestion des interfaces de traitement physique et/ou logique du trafic d'utilisateur. S'il est impossible de procéder à une telle séparation des interfaces, une mesure de protection empêchant tout accès non autorisé au dispositif doit être appliquée.

6.6 Services

Les services suivants DEVRAIENT être assurés:

- service vidéo numérique;
- service audio numérique;
- service EPG;
- service de radiodiffusion de données;
- CAS;
- service bidirectionnel.

6.7 Informations de service

Les [UIT-T J.94] et [UIT-T H.222.0] définissent les informations de service utilisées pour les systèmes de CATV numérique. Dans l'ensemble, les informations PSI et SI définies dans ces Recommandations/normes sont également applicables à la transmission en mode IP et devraient être utilisées aux fins de l'harmonisation avec les systèmes de CATV conventionnelle.

La désignation de l'emplacement des programmes est fonction du bloc IPS, qui équivaut à la porteuse RF, laquelle est identifiée avec la fréquence, en télévision CATV conventionnelle. Les informations nécessaires pour acquérir le bloc IPS sont énumérées ci-dessous. Il existe plusieurs systèmes pour distribuer ces informations aux équipements CPE, dont l'inclusion d'une table d'informations sur le réseau (NIT), qui est un exemple de distribution "push-type" (communication établie à la demande d'un serveur).

- IPv4/IPv6;
- Adresse IP de destination;
- Numéro de port de destination;
- Signalisation par commutation de canaux;
- Utilisation d'un en-tête RTP;
- FEC;
- Format de trame.

Les éléments énumérés ci-dessous ne sont pas obligatoires, mais sont souhaitables dans la généralité des cas et pour faciliter le fonctionnement de l'équipement CPE:

- identification des modes monodiffusion et multidiffusion;
- taille de paquet IP;
- taille de paquet TS;
- débit TS.

Le guide électronique de programme (EPG) peut être généré à partir des informations contenues dans l'information de service (SI) définie dans [UIT-T J.94].

6.8 Equipement de locaux d'abonné

L'architecture de base des équipements de locaux d'abonné est définie dans les Recommandations suivantes:

- [UIT-T J.290]
- [UIT-T J.292]

6.9 Mise en service

Pendant la phase de mise en service, il est souhaitable de rendre le maniement de l'équipement CPE aussi simple que possible pour l'utilisateur. Les procédures d'installation complexes propres à certains PC pour l'accès à l'Internet sont à bannir. Il est souhaitable d'automatiser la procédure de démarrage de l'équipement CPE en concertation avec la tête de réseau et le réseau CDN.

Pour atteindre l'état opérationnel, l'équipement CPE doit passer par les étapes suivantes:

- établissement de la connectivité IP;
- réception des programmes contenant le bloc IPS;
- activation du service.

Ces opérations correspondent à la structure en couches de la pile de protocoles et l'équipement CPE est mis en service à partir de la fonctionnalité de la couche inférieure.

6.9.1 Etablissement de la connectivité IP

L'équipement connecté au réseau IP, qui inclut l'équipement CPE défini dans la présente Recommandation, doit établir la connectivité IP. Les éléments de base de la connectivité IP incluent la configuration de l'adresse IP et des informations connexes. Les technologies de configuration d'adresse reconnues sont les suivantes:

- protocole DHCP [b-IETF RFC 2131];
- autoconfiguration d'adresse sans état [b-IETF RFC 2462].

6.9.2 Acquisition de flux IP

Une fois la connectivité établie, l'équipement CPE est prêt à accepter les blocs IPS. La réception du dernier bloc IPS est de mise si l'équipement CPE a bien reçu précédemment un programme.

Si l'équipement CPE se trouve dans un état par défaut à la construction ou s'il n'a pas reçu le bloc IPS pour cause de changement d'état (transfert de l'équipement CPE dans la zone d'un autre opérateur, modification de la configuration du bloc IPS, par exemple), l'équipement CPE doit recevoir les blocs IPS effectivement utilisés. Les méthodes suivantes peuvent être utilisées pour informer les équipements CPE.

- *Configuration distante*
Un mécanisme tel que le protocole DHCP et le téléchargement d'un fichier de configuration permettent d'informer l'équipement CPE des informations relatives au bloc IPS.

- *Adresse bien connue*

Le flux de transport MPEG-2 contient les informations relatives à l'organisation des programmes sous la forme des informations PSI et SI. En conséquence, si l'équipement CPE peut recevoir un flux de transport MPEG-2 avec succès, l'équipement CPE peut également avoir connaissance des informations relatives aux autres flux de transport MPEG-2. L'attribution à l'adresse bien connue d'une définition précise (239.192.0.1, par exemple) constitue pour un équipement CPE qui se trouve dans un état initial un des moyens de recevoir un flux de transport MPEG-2. L'adresse bien connue attribuée au bloc IPS peut ou non contenir des programmes.

La recherche automatique d'un programme déterminé, lorsque l'équipement CPE se trouve dans un état initial, risque de compromettre indûment la possibilité de recevoir ce programme. Toute possibilité de sélection induite de programmes pendant la procédure de mise en service DEVRAIT être écartée.

6.9.3 Activation du service

Lorsqu'il est prêt à recevoir le bloc IPS, l'équipement CPE est également prêt à recevoir le flux de transport MPEG-2. Pour mener à bonne fin la procédure de mise en service, plusieurs procédures telles que l'initialisation du système CAS avec réception de l'équipement ECM sont nécessaires.

6.9.4 Redémarrage de l'équipement CPE

Etant donné que, dès lors que sa mise en service initiale s'est convenablement déroulée, un équipement CPE est à même de mémoriser la configuration nécessaire à la réception de programmes, il peut redémarrer sans avoir à réitérer les différentes opérations de mise en service. Dans ce cas, l'établissement de la connectivité IP est une opération obligatoire. Les autres opérations peuvent être omises afin d'écourter la durée de démarrage.

6.10 Sécurité

Tout système d'information, y compris les systèmes de distribution vidéo, est exposé à divers dangers qui risquent de compromettre le fonctionnement normal du système. Les dangers liés aux systèmes de distribution vidéo IP sont énumérés ci-dessous:

- accès non autorisé de l'équipement tête de réseau;
- utilisation non autorisée de la largeur de bande garantie et utilisation abusive de la largeur de bande;
- accès non autorisé au contenu;
- modification non autorisée du flux de transport MPEG-2.

6.10.1 Protection contre l'accès non autorisé à l'équipement tête de réseau

L'accès non autorisé à l'équipement tête de réseau empêche l'équipement de fonctionner normalement et altère considérablement la présentation des contenus. En règle générale, les serveurs utilisés pour les services Internet sont protégés par l'authentification de l'utilisateur et sont parfois situés dans une zone protégée physiquement (cage, par exemple), et/ou dans une zone protégée logiquement (pare-feu, par exemple). Ces méthodes sont efficaces et devraient être appliquées pour la protection de l'équipement tête de réseau.

6.10.2 Protection contre l'utilisation non autorisée de la largeur de bande garantie

La distribution stable des flux vidéo exige une largeur de bande garantie. Les techniques de qualité de service qui séparent les flux vidéo du reste du trafic généré par les applications Internet DEVRAIENT être appliquées. L'utilisation du champ ToS (*type de service*) est un exemple de priorisation du trafic.

6.10.3 Protection contre l'accès non autorisé au contenu

Le système à accès conditionnel (CAS) DEVRAIT protéger les programmes transmis via le réseau CDN ainsi que via le réseau domestique IP. Les prescriptions et les spécifications techniques du système CAS peuvent dépendre des opérateurs. La présente Recommandation n'entre pas dans les détails des caractéristiques techniques. Voir pour celles-ci [UIT-T J.290].

6.10.4 Protection contre la modification non autorisée des flux de transport MPEG-2

Le bon sens dicte d'interdire la transmission de contenus inconvenants, et de protéger les utilisateurs contre tout faux programme introduit par un utilisateur malveillant, étant donné que les paquets IP peuvent être saisis par un PC universel avec une interface Ethernet et qu'il est plus facile de manipuler un flux sur un support IP que sur un autre support. Pour la transmission sécurisée des contenus, il est recommandé d'améliorer non seulement la méthode de protection des contenus mais aussi le système CAS existant. A cet effet, on pourrait envisager d'adopter, par exemple, la méthode de chiffrement des paquets de flux de transport MPEG-2 par tranches dans la charge utile RTP/UDP.

Bibliographie

- [b-UIT-T G.983.1] Recommandation UIT-T G.983.1 (2005), *Systèmes d'accès optique à large bande basés sur les réseaux optiques passifs*.
- [b-UIT-T G.983.3] Recommandation UIT-T G.983.3 (2001), *Systèmes d'accès optique à large bande avec capacité de service accrue par attribution de longueur d'onde*.
- [b-UIT-T G.984.2] Recommandation UIT-T G.984.2 (2003), *Réseaux optiques passifs gigabitaires: spécification de la couche dépendante du support physique*.
- [b-UIT-T G.992.5] Recommandation UIT-T G.992.5 (2005), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique – ADSL2 à large bande étendue (ADSL2 plus)*.
- [b-UIT-T G.993.1] Recommandation UIT-T G.993.1 (2004), *Emetteurs-récepteurs pour lignes d'abonné numérique à très grande vitesse (VDSL)*.
- [b-UIT-T G.993.2] Recommandation UIT-T G.993.2 (2006), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique à très grande vitesse 2 (VDSL2)*.
- [b-UIT-T J.83] Recommandation UIT-T J.83 (1997), *Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données*.
- [b-UIT-T J.112] Recommandation UIT-T J.112 (1998), *Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble*.
- [b-UIT-T J.122] Recommandation UIT-T J.122 (2002), *Systèmes de transmission de deuxième génération pour les services interactifs de télévision par câble – Câblo-modems pour protocole IP*.
- [b-UIT-T J.190] Recommandation UIT-T J.190 (2002), *Architecture de MediaHomeNet prenant en charge les services cablés*.
- [b-UIT-T J.281] Recommandation UIT-T J.281 (2005), *Prescriptions applicables à la transmission multicanale de signaux vidéo sur des réseaux optiques à protocole IP*.
- [b-IEEE 802.3ah] IEEE Std. 802.3ah-2004, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for Subscriber Access Networks*.
- [b-IETF RFC 768] IETF RFC 768 (1980), User Datagram Protocol.
- [b-IETF RFC 791] IETF RFC 791 (1981), Internet Protocol.
- [b-IETF RFC 2131] IETF RFC 2131 (1997), Dynamic Host Configuration Protocol.
- [b-IETF RFC 2236] IETF RFC 2236 (1997), Internet Group Management Protocol, Version 2.
- [b-IETF RFC 2365] IETF RFC 2365 (1998), Administratively Scoped IP Multicast.
- [b-IETF RFC 2460] IETF RFC 2460 (1998), Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.
- [b-IETF RFC 2462] IETF RFC 2462 (1998), IPv6 Stateless Address Autoconfiguration.
- [b-IETF RFC 3306] IETF RFC 3306 (2002), Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses.
- [b-IETF RFC 3376] IETF RFC 3376 (2002), Internet Group Management Protocol, Version 3.

- [b-IETF RFC 3513] IETF RFC 3513 (2003), Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture.
- [b-IETF RFC 3810] IETF RFC 3810 (2004), Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
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, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication