

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.998.2

(01/2005)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Sections numériques et systèmes de lignes numériques –
Réseaux d'accès

Agrégation multipaire à base Ethernet

Recommandation UIT-T G.998.2

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
Systèmes de câbles optiques sous-marins	G.970–G.979
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.989
Réseaux d'accès	G.990–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE ETHERNET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

Recommandation UIT-T G.998.2

Agrégation multipaire à base Ethernet

Résumé

La présente Recommandation décrit une méthode d'association de plusieurs lignes d'abonné numérique (DSL, *digital subscriber line*) pour assurer un transport Ethernet. La présente Recommandation peut prendre en charge aussi bien les techniques de transport SHDSL, VDSL et ADSL que les futures technologies xDSL au fur et à mesure de leur apparition.

La présente Recommandation s'appuie sur les méthodes de la norme IEEE 802.3ah-2004 et étend le transport Ethernet aux autres technologies xDSL, notamment l'ADSL. La Recommandation ne donne pas de description détaillée des techniques particulières de transport xDSL, mais s'attache par contre aux aspects des modifications de la couche PCS nécessaires à la mise en place de lignes associées.

Source

La Recommandation UIT-T G.998.2 a été approuvée le 13 janvier 2005 par la Commission d'études 15 (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 avait 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 2005

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions 2
4	Abréviations et acronymes 2
5	Technologies considérées et architecture 4
5.1	Nomenclature des technologies..... 4
5.2	Aspects système..... 4
5.3	Relation entre la terminologie et l'organisation en couches IEEE 802.3ah-2004 (à titre informatif) 5
5.4	Supports multiples 7
6	Exceptions aux dispositions du § 61 de la norme IEEE 802.3ah-2004..... 7
6.1	Exceptions au § 61.1 de la norme 802.3ah-2004..... 7
6.2	Exceptions au § 61.2 de la norme 802.3ah-2004..... 8
6.3	Exceptions au § 61.3..... 9
7	Gestion..... 10
8	Prise de contact..... 11
	Annexe A – Liaison à base Ethernet avec encapsulage sur 64/65 octets..... 12
	Annexe B – Agrégation à base Ethernet avec encapsulage HDLC 12

Recommandation UIT-T G.998.2

Agrégation multipaire à base Ethernet

1 Domaine d'application

La présente Recommandation définit à titre de référence normative un amendement à la méthode d'accès et à la couche Physique CSMA/CD (accès multiple avec détection de porteuses et détection de collisions) selon le § 61 de la norme IEEE 802.3ah-2004; elle identifie en outre les exigences propres aux liaisons multipaires selon la norme IEEE 802.3ah-2004, qui ne sont pas les mêmes aux Etats-Unis. Par ailleurs, la présente Recommandation spécifie les exigences liées à l'extension aux technologies xDSL autres que VDSL et SHDSL des méthodes d'association de lignes contenues dans la norme IEEE 802.3ah-2004.

Les objectifs de la présente Recommandation sont les suivants:

- a) assurer la prise en charge du fonctionnement des technologies xDSL sur des liaisons multipaires constituées de lignes vocales torsadées;
- b) assurer un débit de données par salves de 100 Mbit/s au niveau de l'interface Ethernet indépendante du support au moyen de dispositifs d'adaptation du débit;
- c) assurer un fonctionnement en duplex intégral;
- d) établir un canal de communication comportant un BER moyen au niveau de l'interface de service α/β inférieur à 10^{-7} .

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 UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T G.991.2 (2001), *Emetteurs-récepteurs pour ligne d'abonné numérique à haute vitesse sur paire unique (SHDSL)*.
- [2] Recommandation UIT-T G.991.2 (2003), *Emetteurs-récepteurs pour ligne d'abonné numérique à haut débit sur paire unique (SHDSL)*.
- [3] Recommandation UIT-T G.992.1 (1999), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique*.
- [4] Recommandation UIT-T G.992.3 (2005), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique 2*.
- [5] Recommandation UIT-T G.992.5 (2005), *Emetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique (ADSL) – ADSL2 à largeur de bande étendue (ADSL2+)*.
- [6] Recommandation UIT-T G.993.1 (2004), *Emetteurs-récepteurs pour lignes d'abonné numérique à très grand vitesse*.
- [7] Recommandation UIT-T G.994.1 (2003), *Procédures de prise de contact pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.

- [8] IEEE 802.3 (2002), *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specification*.
- [9] IEEE 802.3ah (2004), *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specification – Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for Subscriber Access Networks*.
- [10] T1.424* (2004), *Interface between Networks and Customer Installations – Very-high-bit-rate Digital Subscriber Lines (VDSL) Metallic Interface (DMT-Based)*.

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 10PASS-TS: norme IEEE 802.3 de transport unipaire et multipaire à base Ethernet au moyen d'émetteurs/récepteurs G.993.1 (MCM).

3.2 2BASE-TL: norme IEEE 802.3 de transport unipaire et multipaire à base Ethernet au moyen d'émetteurs-récepteurs G.991.2.

3.3 groupe d'agrégation: ensemble de lignes susceptibles d'être agrégées de façon à former une interface Ethernet unique.

3.4 détection de porteuse: dans un réseau local, activité permanente d'une station de données consistant à détecter si les autres stations sont en train d'émettre.

NOTE – Le signal de détection de porteuse indique si un ou plusieurs équipements DTE sont actuellement en train d'émettre.

3.5 collision: état résultant d'émissions simultanées provenant de plusieurs équipements terminaux de traitement de données (ETTD) à l'intérieur d'un domaine de collision unique.

3.6 sens descendant: depuis le commutateur central vers le terminal distant.

3.7 interface indépendante du support: dans la norme IEEE 802.3, interface transparente de la partie inférieure de la sous-couche de réconciliation.

3.8 raccordement au support physique: partie de la couche Physique qui contient les fonctions de transmission, de réception de détection de collision, de récupération d'horloge et d'alignement.

3.9 dépendant du support physique: qualifie la partie de la couche Physique chargée d'assurer l'interface avec le support de transmission. La sous-couche dépendante du support physique est située juste au-dessus de l'interface dépendante du support (MDI).

3.10 entité de support physique: dans la norme IEEE 802.3ah-2004, une référence à une boucle particulière faisant partie d'un groupe d'agrégation.

3.11 terminal distant: terminal situé en aval par rapport au centre de commutation.

3.12 sens montant: depuis le terminal distant vers le centre de commutation.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

α interface entre les couches PMS-TC et TPS-TC au niveau d'un centre de commutation

* Les normes T1 sont maintenues par l'ATIS depuis novembre 2003.

β	interface entre les couches PMS-TC et TPS-TC au niveau d'un équipement des locaux client
γ	interface entre les couches TPS-TC et PCS
ADSL	ligne d'abonné numérique asymétrique (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
ANSI	Institut national américain de normalisation (<i>American National Standards Institute</i>)
ATIS	alliance pour des solutions industrielles de télécommunication (<i>alliance for telecommunications industry solutions</i>)
BER	taux d'erreur sur les bits (<i>bit error ratio</i>)
CL	liste de capacités (<i>capabilities list</i>)
CLR	demande de liste de capacités (<i>capabilities list request</i>)
CC	centre de commutation
CPE	équipement des locaux client (<i>customer premises equipment</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique
CS	détection de porteuse (<i>carrier sense</i>)
CSMA/CD	accès multiple de détection de porteuse (détection de collision) (<i>carrier sense multiple access/collision detection</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
EFM	Ethernet du premier kilomètre (<i>Ethernet in the first mile</i>)
ETTD	équipement terminal traitement de données
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
FIFO	premier entré, premier sorti (<i>first in, first out</i>)
HDLC	commande de liaison de données à haut niveau (<i>high-level data link control</i>)
IEEE	Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens (<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>)
MAC	commande d'accès au support (<i>media access control</i>)
MCM	modulation multiporteuse (<i>multi-carrier modulation</i>)
MII	interface indépendante du support (<i>medium independent interface</i>)
MP	message de proposition de mode (<i>mode proposal message</i>)
MSB	bit le plus significatif (<i>most significant bit</i>)
MS	message de sélection de mode (<i>mode select message</i>)
PAF	fonction d'agrégation PMA (<i>PMA aggregation function</i>)
PCS	sous-couche de codage physique (<i>physical coding sublayer</i>)
PHY	sous-couche d'entité de couche Physique (<i>physical layer entity sublayer</i>)
PMA	raccordement au support physique (<i>physical medium attachment</i>)
PMD	dépendant du support physique (<i>physical medium dependent</i>)
PME	entité de support physique (<i>physical media entity</i>)
PMS-TC	couche de convergence de transmission spécifique au support physique (<i>physical media-specific TC layer</i>)

PTM	mode de transfert par paquets (<i>packet transfer mode</i>)
SFD	délimiteur de trame de départ (<i>start frame delimiter</i>)
SHDSL	ligne DSL à haut débit sur paire unique (<i>single-pair high-bit-rate DSL</i>)
TC	couche de convergence de transmission (<i>transmission convergence layer</i>)
TC-CRC	contrôle de redondance cyclique – convergence de transmission (<i>transmission convergence-cyclic redundancy check</i>)
TPS-TC	couche de convergence de transmission propre au protocole de transmission (<i>transmission protocol-specific TC layer</i>)
UIT-T	Union internationale des télécommunications – Secteur de la normalisation des télécommunications
VDSL	ligne d'abonné numérique à très haut débit (<i>very high-speed digital subscriber line</i>)
xDSL	terme désignant collectivement l'une quelconque des différentes technologies DSL

5 Technologies considérées et architecture

Le présent paragraphe considère les paramètres propres aux technologies pour certaines sous-couches d'entités de couche Physique associées. Les valeurs présentées ont été obtenues sur la base des règles définies au § 61 de la norme IEEE 802.3ah-2004. L'observation de ces règles permet de prendre en compte d'autres sous-couches.

5.1 Nomenclature des technologies

La présente Recommandation se réfère dans une large mesure à la norme IEEE 802.3ah-2004. Le Tableau 1 renvoie à la nomenclature des technologies utilisées et aux Recommandations correspondantes.

Tableau 1/G.998.2 – Nomenclature des technologies

Dans la présente Recommandation	Dans la norme IEEE 802.3ah-2004	Recommandation correspondante
VDSL	10PASS-TS	T1.424 [10]
SHDSL	2BASE-TL	G.991.2 [1]
ADSL	N/A	G.992.1 [3]

Tel qu'indiqué dans le tableau, la technologie 10PASS-TS IEEE correspond à la norme IEEE 802.3 de transport Ethernet au moyen d'une sous-couche PHY à modulation multiporteuse-VDSL. De manière analogue, la technologie 2BASE-TL peut correspondre à la norme IEEE 802.3 pour le transport Ethernet au moyen d'une sous-couche PHY avec liaison SHDSL. Il n'existe pas de norme IEEE pour le transport Ethernet par ADSL, bien que ce mode de fonctionnement soit précisé dans la présente Recommandation.

5.2 Aspects système

Les sous-couches d'entité de couche Physique cuivre prises en compte dans la présente Recommandation sont définies uniquement pour le fonctionnement en duplex intégral au sens indiqué dans la norme IEEE 802.3.

5.3 Relation entre la terminologie et l'organisation en couches IEEE 802.3ah-2004 (à titre informatif)

La sous-couche de codage physique (PCS, *physical coding sublayer*) contient deux fonctions: l'adaptation du débit MAC-PHY et l'agrégation d'entités PME. La Figure 1 indique l'emplacement fonctionnel de la sous-couche de codage physique PCS.

Les interfaces génériques γ et $\alpha(\beta)$ sont utilisées dans différentes spécifications xDSL notamment celles qui sont mentionnées au paragraphe 2. L'interface $\alpha(\beta)$ est une simple interface de données à synchronisation d'octets, tandis que l'interface γ intègre la prise en compte du protocole.

Il convient de signaler que les débits binaires indiqués dans la zone ombrée portant la mention "domaine de débit PMD" sont calculés à partir des débits binaires DSL. Les données sont transférées par l'interface γ aux débits imposés par les couches inférieures. Les débits dans la zone ombrée portant la mention "domaine de débit à 100 Mbit/s" sont synchrones par rapport au débit de l'interface indépendante du support MII. Le transfert de données à travers l'interface MII s'effectue au début d'un quartet par cycle d'horloge MII. La fonction d'adaptation du débit MAC-PHY ajuste l'espacement des paquets de façon à ce que le débit net de données à travers cette interface soit égal à la somme des débits à travers l'interface γ ¹.

Dans le sens émission, les trames sont transférées de la commande d'accès au support MAC à la sous-couche de codage physique PCS à travers l'interface MII, lorsque la fonction d'adaptation de débit MAC-PHY l'autorise. Dans la sous-couche PCS, les octets de préambule et les octets délimiteurs de début de trame sont supprimés. La trame de données est fragmentée par la fonction PAF, les fragments étant adressés, à titre optionnel par une connexion souple, vers chacune des instances PME agrégées, par l'intermédiaire de l'interface γ . La sous-couche de convergence de transmission reçoit les données de la fonction d'adaptation de débit MAC-PHY ou de la fonction PAF, à un débit qu'elle est en mesure de traiter, en activant la valeur Tx-Enbl à l'interface γ .

La fonction optionnelle de connexion souple peut assurer l'accès à partir d'une fonction d'association centralisée (PAF, *PMA aggregation function*) vers les couches de convergence de transmission sur des lignes réparties dans l'ensemble du réseau. Le choix de la méthode de transfert des trames entre la fonction d'association et les différentes couches de convergence de transmission dans le groupe associé, ne relève pas du domaine d'application de la présente Recommandation.

Dans le sens réception, la sous-couche de convergence de transmission pousse les données vers la fonction PAF (si elle est présente) ou vers la fonction d'adaptation du débit MAC-PHY, en activant la valeur Rx_Enbl sur l'interface γ . La fonction PAF rassemble les fragments reçus de façon à constituer des trames de données. Les octets de préambule et les octets délimiteurs de début de trame sont créés et ajoutés à la trame de données avant d'être transmis à la commande MAC à travers l'interface MII. La fonction d'adaptation du débit MAC-PHY peut différer le transfert de la trame afin d'éviter, si nécessaire, le transfert simultané des trames émises et reçues.

¹ Domaines binaires et domaines d'horloge physique ne coïncident pas nécessairement. La sous-couche de convergence de transmission reçoit un signal d'horloge du dispositif PMA par l'intermédiaire de l'interface $\alpha(\beta)$, et un signal d'horloge de la fonction agrégation PMA ou de la fonction d'adaptation de débit MAC-PHY, par l'intermédiaire de l'interface γ . La sous-couche de convergence de transmission assure l'adaptation entre les deux domaines d'horloge.

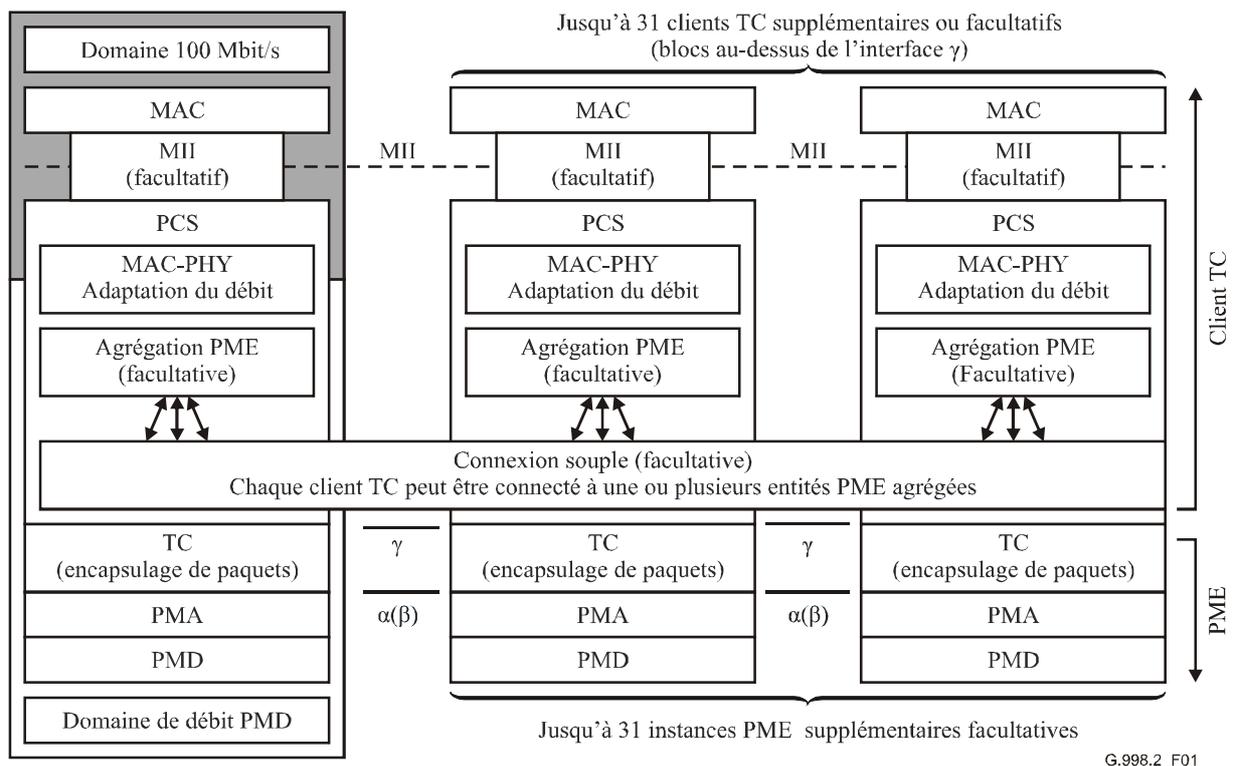


Figure 1/G.998.2 – Aperçu des fonctions de la sous-couche de codage physique

La Figure 2 compare l'organisation en couches définie par l'UIT et par l'IEEE en indiquant les emplacements relatifs des interfaces γ et $\alpha(\beta)$ ainsi que les blocs architecturaux correspondants. Parmi les éléments à observer figurent les points suivants:

- 1) dans la norme IEEE 802.3ah-2004, le fonctionnement global d'un groupe associé (entrée/sortie de trames, fragmentation/réassemblage par plusieurs lignes, encapsulage de fragments dans une ligne, etc.) est qualifié de fonction de sous-couche de codage physique PCS. La Figure 2 indique deux lignes agrégées au sein de la fonction PAF la plus à gauche dans les deux piles de protocoles;
- 2) étant donné que la norme IEEE 802.3ah-2004 comporte une couche TPS-TC unique (elle définit un encapsulage sur 64/65 octets seulement pour la couche TPS-TC), la fonction TPS-TC est désignée par l'abréviation TC;
- 3) la norme IEEE 802.3ah-2004 exige une fonction d'adaptation du débit pour créer une interface entre la commande MAC Ethernet à un débit bien défini de 100 Mbit/s et la fonction d'agrégation à débit variable. En revanche la pile de protocoles UIT n'exige pas l'utilisation de la commande Ethernet standard MAC, et n'a donc pas besoin d'une fonction d'adaptation du débit.

Comme on peut le voir d'après le schéma, les piles de protocole sont très voisines, bien qu'elles présentent des différences en matière de terminologie et d'architecture liées aux particularités passées de chacun de ces organismes de normalisation dans ces deux domaines.

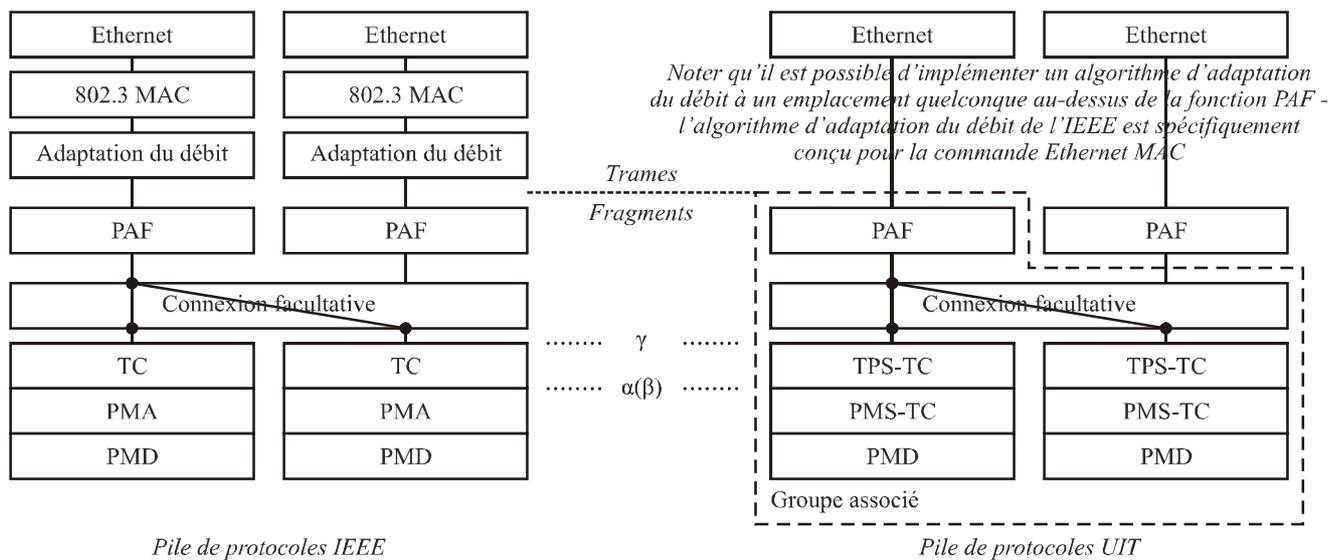


Figure 2/G.998.2 – Comparaison des piles de protocoles IEEE et UIT

5.4 Supports multiples

Dans le cas des couches Physiques qui prennent en charge des supports multiples, les méthodes de la présente Recommandation sont applicables indépendamment à un seul support ou à plusieurs. Puisque chaque support peut acheminer indépendamment les fragments individuels, il est possible d'agrégier plusieurs supports sur plusieurs lignes. Des supports multiples utilisant la même ligne ne doivent pas être agrégés.

6 Exceptions aux dispositions du § 61 de la norme IEEE 802.3ah-2004

Les systèmes xDSL associant des couches Ethernet TPS-TC conformément aux dispositions de la présente Recommandation doivent être conformes au § 61 de la norme IEEE 802.3ah-2004, sauf en ce qui concerne les indications spécifiques détaillées exposées dans la suite du paragraphe.

Le présent paragraphe présente en détail les exceptions aux § 61.1 et 61.2 de la norme IEEE 802.3ah-2004, permettant d'étendre la fonction de liaison à base Ethernet, appelée fonction d'agrégation PMA (PAF) dans la norme IEEE 802.3ah-2004 [9], aux technologies xDSL autres que SHDSL (G.991.2, 2BASE-TL) et VDSL (G.993.1, 10PASS-TS).

La présente Recommandation ne spécifie pas la couche de convergence de transmission utilisée pour l'association. Le paragraphe 61.2 de la norme IEEE 802.3ah-2004 [9] définit une couche TC avec encapsulage sur 64/65 octets. Toutefois, la Recommandation prend également en charge les autres couches TC fondées sur un mode de transfert par paquets.

Les paragraphes 61.5 à 61.10 ne sont pas applicables à la présente Recommandation.

6.1 Exceptions au § 61.1 de la norme 802.3ah-2004

Le paragraphe 61.1 contient une introduction et un aperçu du reste du § 61. Le paragraphe 61.1 définit une exception générale dans la mesure où la présente Recommandation étend le champ d'application du § 61 au-delà des technologies 10PASS-TS (VDSL) et 2BASE-TL (SHDSL). Dans tout le texte descriptif du § 61.1, il convient de signaler la possibilité de remplacer les références spécifiques aux technologies 10PASS-TS et 2BASE-TL par des références plus génériques aux systèmes multipaires et aux systèmes de couche Physique tels qu'ils sont définis dans la présente Recommandation.

6.1.1 Exceptions au § 61.1.1

Le paragraphe 61.1.1 s'applique compte tenu de la généralisation signalée ci-dessus.

6.1.2 Exceptions au § 61.1.2

Le paragraphe 61.1.2 récapitule les objectifs des liaisons à base Ethernet définis par la norme IEEE 802.3ah-2004. La présente Recommandation inclut l'objectif supplémentaire suivant.

- g) exploitation de l'agrégation multipaire à base Ethernet au moyen des technologies xDSL, notamment de l'ADSL et des technologies xDSL futures.

6.1.3 Exceptions au § 61.1.3

Le paragraphe 61.1.3 compare l'architecture IEEE 802.3 à l'architecture xDSL classique et l'applique telle quelle.

6.1.4 Exceptions au § 61.1.4

Le paragraphe 61.1.4 présente l'ensemble du § 61. Seuls les paragraphes concernant l'exploitation multipaire concerne la présente Recommandation. Les paragraphes correspondants vont de 61.1.4.1.1 à 61.1.4.1.3. Les autres paragraphes du 61.1.4 ne concernent pas la présente Recommandation.

6.1.5 Exceptions au § 61.1.5

Le paragraphe 61.1.5 donne des exemples de configurations Ethernet multipaires. Bien que les exemples en question utilisent des registres matériels propres à la norme IEEE 802.3ah-2004, les exemples d'associations multipaires et les possibilités correspondantes sont également généralement valables pour la présente Recommandation.

6.2 Exceptions au § 61.2 de la norme 802.3ah-2004

Le présent paragraphe décrit de façon détaillée les exceptions au § 61.2 de la norme IEEE 802.3ah-2004.

6.2.1 Exceptions au § 61.2.1

Le paragraphe 61.2.1 définit les technologies Ethernet sur xDSL avec procédures d'adaptation du débit, en cas d'utilisation d'une commande MAC Ethernet existante (commande d'accès au support). Ce paragraphe reste inchangé, étant applicable en cas d'utilisation par le système d'une commande MAC conforme à la norme IEEE 802.3 sur une liaison Ethernet et/ou d'une technologie TPS-TC définie dans la présente Recommandation.

6.2.2 Exceptions au § 61.2.2

Le paragraphe 61.2.2 décrit la fonction d'agrégation PME (PAF) qui réalise l'agrégation multipaire dans le cas des technologies Ethernet sur xDSL. La fonction PAF assure la segmentation en plusieurs fragments d'une trame reçue de la couche supérieure, puis sa transmission aux couches TPS-TC sur les circuits individuels; elle est également chargée de réassembler les fragments, tels qu'ils sont reçus des couches TPS-TC sur les circuits individuels, de façon à constituer les trames et à les transmettre à la couche supérieure.

La fonction PAF constitue une couche facultative dans la norme IEEE 802.3; lorsqu'elle n'est pas implémentée ou lorsqu'elle est désactivée, un agrégat ne peut être formé que d'une paire au plus, les trames étant transférées directement entre la couche supérieure et la couche TPS-TC.

Les principales exceptions au § 61.2.2, dans le cadre de la généralisation des méthodes de transport Ethernet de la norme IEEE 802.3ah-2004, concernent les mécanismes de commande d'agrégation.

Le paragraphe 61.2.2.8.3 décrit un ensemble de registres de contrôle des paires d'un groupe d'agrégation. Ces registres sont les suivants:

- 1) le registre de capacité. Il est utilisé de façon à ce qu'une entité de gestion ou de contrôle puisse lire dans la couche Physique si le fonctionnement multipaire est pris en charge et, si tel est le cas, s'il est activé;
- 2) le registre PMI_Available_register. Il est utilisé pour indiquer les circuits susceptibles d'être placés dans un groupe d'agrégation;
- 3) le registre PMI_Aggregate_register. Il est utilisé afin d'indiquer quels sont les circuits placés dans les différents groupes d'agrégation;
- 4) le registre Remote_discovery_register. Il est utilisé pour détecter automatiquement les circuits connectés au même dispositif distant;
- 5) le registre Aggregation_link_state_register. Il est utilisé pour indiquer l'état de la liaison à la couche d'agrégation et gestion.

Noter que les messages de prise de contact selon la Rec. UIT-T G.994.1 définissent les modalités correspondantes de prise en charge de ces registres. Le mappage de la configuration de ces registres vers les mécanismes de prise de contact G.994.1 est décrit dans la norme IEEE 802.3ah-2004 au § 61.4, et en particulier pour les sous-couches PHY basées sur les technologies VDSL et SHDSL. La norme IEEE 802.3ah-2004 utilise conjointement les combinaisons binaires d'identificateurs de prise de contact définies dans la Rec. UIT-T G.994.1. Le paragraphe 8 de la présente Recommandation fournit des applications plus détaillées quant à l'utilisation du protocole de prise de contact pour déterminer les groupes d'agrégation.

6.3 Exceptions au § 61.3

La norme IEEE 802.3ah-2004 définit l'encapsulage sur 64/65 octets au § 61.3, constituant ainsi la couche TPS-TC requise pour la liaison à base Ethernet définie dans cette norme. Or, la présente Recommandation ne définit pas une couche TPS-TC spécifique requise pour la fonction de liaison à base Ethernet. La présente Recommandation n'exige pas la conformité au § 61.3.

Le fonctionnement de la liaison à base Ethernet sur deux couches possibles TPS-TC de transfert par paquets est décrit dans des annexes distinctes – l'Annexe A pour l'encapsulage sur 64/65 octets, et l'Annexe B pour l'encapsulage HDLC. L'encapsulage sur 64/65 octets correspond à la couche TPS-TC utilisée de préférence pour le transfert par paquets, dans les liaisons à base Ethernet.

Bien que la couche TPS-TC pour les liaisons à base Ethernet ne soit pas spécifiée dans la présente Recommandation, le choix de la couche TPS-TC de transfert par paquets utilisée pour cette Recommandation relative aux liaisons de transport fait l'objet de certaines exigences. Le fonctionnement d'une liaison multipaire exige une garantie quant au délai différentiel observé entre les paires d'un même groupe d'agrégation. La méthode d'encapsulage choisie pour une implémentation spécifique doit se traduire par un trafic à travers l'interface γ conforme aux restrictions définies aux § 61.2.2.5 et 61.2.2.6.

La Figure 3 présente le modèle fonctionnel de transport de données par paquets. Dans le sens émission, l'entité PTM reçoit les données par paquets à transporter depuis l'interface de l'application. L'entité PTM traite chaque paquet et l'envoie dans un format par octets à l'interface γ . La couche TPS-TC (PTM-TC) reçoit le paquet de l'interface γ et l'encapsule dans une trame spéciale (trame PTM-TC), puis le mappe dans la trame PMS-TC (trame de transmission) en vue de sa transmission sur la connexion physique.

Dans le sens réception, la trame PTM-TC extraite de la trame PMS-TC reçue est envoyée à la couche PTM-TC. Celle-ci récupère les paquets transportés et les envoie à l'entité PTM par l'intermédiaire de l'interface γ .

Les données de gestion, d'exploitation et de maintenance (OAM, *operations, administration and maintenance*) liées au trajet PTM, notamment les informations concernant les paquets erronés, doivent être présentées à l'entité de gestion TPS-TC de façon à fournir toutes les fonctions OAM nécessaires à la prise en charge de la couche PTM-TC.

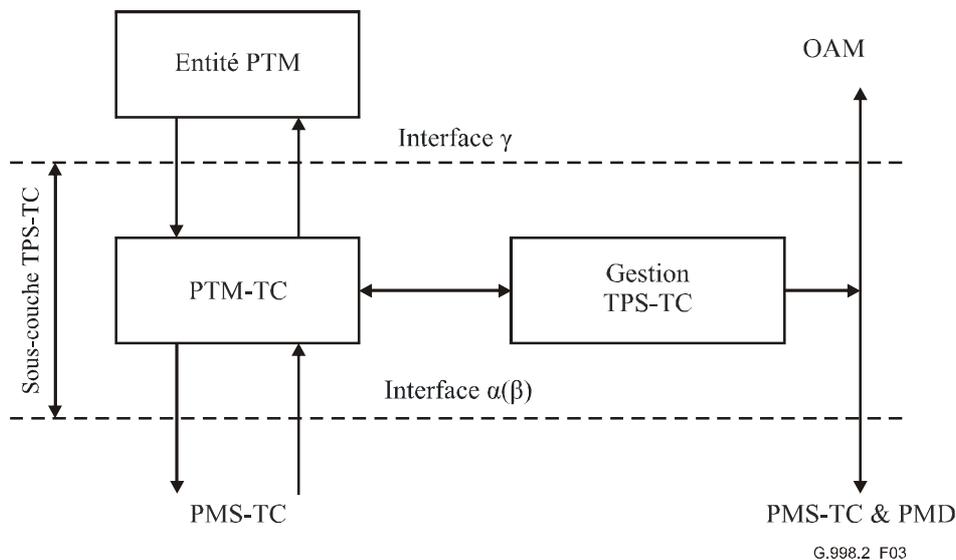


Figure 3/G.998.2 – Modèle fonctionnel du transport PTM

Dans le sens émission, la sous-couche TPS-TC reçoit les données de l'entité PTM à un débit qu'elle peut traiter, en activant le message Tx-Enbl sur l'interface γ . Dans le sens réception, la sous-couche TC pousse les données vers l'entité PTM en activant le message Rx_Enbl à l'interface γ .

Pour la liaison à base Ethernet, la fonction PAF (fonction d'agrégation PME) est constituée par l'entité PTM.

7 Gestion

Dans la norme IEEE 802.3 sur le transport Ethernet, la gestion est une couche optionnelle; il s'agit par conséquent d'une couche optionnelle en matière de liaison à base Ethernet. Toutefois, en présence d'une couche gestion, les attributs suivants sont recommandés pour chaque port d'une liaison à base Ethernet.

- Capacité d'agrégation locale: nombre de lignes susceptibles d'être agrégées par la couche d'agrégation.
- Lignes locales disponibles: ensemble de lignes susceptibles d'être intégrées à cet agrégat. Noter qu'une ligne peut figurer parmi des lignes potentiellement disponibles pour plusieurs ports de la liaison par agrégation.
- Lignes locales agrégées: ensemble de lignes qui font actuellement partie de cet agrégat. Une ligne peut se trouver dans un seul agrégat au plus en même temps.
- Largeur de bande d'agrégation locale: largeur de bande actuelle du port de liaison agrégée à base Ethernet (somme des débits d'émission de données de chacune des lignes de l'agrégat).

Les attributs suivants sont en outre recommandés pour l'émetteur STU-C, et correspondent (au niveau de l'émetteur STU-C) aux attributs ci-dessus de l'émetteur STU-R.

- Capacité d'agrégation distante: nombre de lignes susceptibles d'être agrégées par la couche d'agrégation au niveau du port homologue de l'émetteur STU-R.

- Lignes distantes disponibles: ensemble de lignes susceptibles d'être intégrées à cet agrégat au niveau du port homologue de l'émetteur STU-R. Noter qu'une ligne peut figurer comme potentiellement disponible pour plusieurs ports de liaison agrégée.
- Lignes distantes agrégées: ensemble de lignes présentes actuellement dans cet agrégat au niveau du port homologue de l'émetteur STU-R. Une ligne peut figurer dans un agrégat au plus à la fois.
- Largeur de bande d'agrégat distant. Largeur de bande actuelle du port de liaison agrégée à base Ethernet (somme des débits d'émission de chacune des lignes de l'agrégat) au niveau du port homologue du récepteur STU-R. Elle est égale à la somme des débits de données en réception de l'unité STU-C.

Ces paramètres de gestion correspondent à ceux définis dans l'entité d'agrégation de la norme IEEE 802.3ah-2004 (voir § 30.11 du document [9]).

8 Prise de contact

Le paragraphe 61.4 de la norme IEEE 802.3ah-2004 définit l'opération de prise de contact pour les technologies IEEE 2BASE-TL et 10PASS-TS. Cette section définit les procédures de prise de contact permettant de détecter les paires configurées dans les différents groupes d'agrégation, au moyen des combinaisons binaires d'identificateurs d'agrégation PME et de détection d'agrégation PME de l'arborescence de prise de contact IEEE.

Les procédures de cette section sont observées dans la présente Recommandation concernant les liaisons à base Ethernet sauf en ce qui concerne les exceptions suivantes.

- Il n'existe pas de paramètre de "validation de la fonction PAF" tel qu'indiqué au § 61.4 de la norme IEEE 802.3ah-2004 [9]. Ce paramètre indique si la liaison par association est ou non effectivement mise en œuvre; il n'est en effet pas indispensable étant donné que la présente Recommandation se rapporte exclusivement au fonctionnement des liaisons de ce type.

Contrairement aux opérations de prise de contact définies dans la norme IEEE 802.3ah-2004 [9], la présente Recommandation définit la couche d'agrégation de façon à ce qu'elle fonctionne indépendamment de la couche TPS-TC. Chaque ligne peut choisir sa couche TPS-TC indépendamment des autres, dans la mesure où le délai différentiel maximal des paires reste conforme aux spécifications de la présente Recommandation.

NOTE – La présente Recommandation concernant les agrégations à base Ethernet utilise les combinaisons binaires d'identificateurs d'agrégation PME et de détection d'agrégation PME définies dans la Rec. UIT-T G.994.1. La définition de ces variables figure aux § 45.2.3.20 (agrégation PME) et 45.2.6.8 (détection d'agrégation PME) de la norme IEEE 802.3ah-2004. Les transactions permettant d'échanger ces combinaisons binaires (par exemple, "get", "set if clear" et "clear if same") sont définies au § 61.4 de la norme IEEE 802.3ah-2004. Il convient de noter qu'un exemple de la procédure de détection d'agrégation figure à l'Annexe 61A de la norme IEEE 802.3ah-2004.

Annexe A

Liaison à base Ethernet avec encapsulage sur 64/65 octets

Le paragraphe 61.3.3 de la norme 802.3ah-2004 spécifie l'encapsulage sur 64/65 octets. L'utilisation de la Rec. UIT-T G.998.2 doit être associée à la couche PTM-TC d'encapsulage sur 64/65 octets, selon la définition figurant dans les Recommandations UIT-T de la série G.99x pour émetteurs-récepteurs DSL. Les références normatives au § 61.3.3 de la norme IEEE 802.3ah-2004 sont indiquées dans la Recommandation UIT-T appropriée.

NOTE – Le paragraphe 61.3.3.3 définit la longueur du code de redondance TC CRC de 64/65 octets. Celle-ci peut être de 16 bits ou de 32 bits selon les capacités de correction d'erreur de la technologie utilisée. Les spécifications de code CRC sont définies dans la section PTM-TC de la Recommandation UIT-T appropriée.

Annexe B

Agrégation à base Ethernet avec encapsulage HDLC

Les spécifications normatives propres à l'encapsulage HDLC figurent dans la Recommandation UIT-T appropriée applicable à la technologie de transport correspondante.

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 nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication