

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.998.1

(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 ATM

Recommandation UIT-T G.998.1

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.998.1

Agrégation multipaire à base ATM

Résumé

La présente Recommandation décrit une méthode d'association de plusieurs lignes d'abonné numériques (DSL, *digital subscriber line*) pour le transport de flux ATM. Les spécifications de la présente Recommandation donnent une description complète des modes de fonctionnement (lancement, exploitation et sauvegarde) favorisant l'interopérabilité entre fournisseurs.

La présente Recommandation contient les types suivants de prescriptions, de recommandations et d'informations relatives à des systèmes DSL déterminés, notamment:

- prescriptions indépendantes du transport concernant la couche supérieure;
- prescriptions dépendantes du transport relatives à la couche supérieure, par exemple l'ATM.

Source

La Recommandation UIT-T G.998.1 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	Aperçu général.....	4
6	Mode de fonctionnement	5
6.1	Séquencement du trafic de charge utile.....	5
6.2	Identificateur de groupe d'association (GID) et entité gestion (ME)	6
6.3	Messages d'état autonomes (ASM)	6
6.4	Sélection et activation des liaisons	6
6.5	Mesure du délai différentiel du groupe d'association.....	9
6.6	Compensation du délai différentiel par l'entité émettrice CPE	9
7	Modèles de référence.....	10
7.1	Modèle de référence du protocole de plan d'utilisateur	10
7.2	Modèle de référence de la sous-couche d'agrégation dans la couche.....	11
7.3	Modèle de référence fonctionnel	11
8	Formats d'en-tête de cellule	12
8.1	Messages d'état autonomes (ASM)	12
8.2	Cellules vides et non attribuées	12
8.3	Cellules de charge utile OAM et ATM	12
8.4	Erreurs HEC	12
9	Protocole de contrôle interne du groupe d'association	13
9.1	Types de message de contrôle	13
10	Initialisation	21
11	Gestion externe	22
11.1	Primitives de l'interface OAM.....	22
11.2	Canal OAM entre système NMS et entité association	24
11.3	Adaptation du débit de cellule	24
11.4	Eléments MIB.....	25
	Appendice I – Procédure optionnelle d'initialisation destinée à faciliter l'utilisation optimale des ressources spectrales.....	26
	Appendice II – Exemple d'initialisation concernant le protocole d'association multipaire fondée sur ATM.....	27
	Appendice III – Automate à états finis d'une liaison	30
	Appendice IV – Exemple d'algorithme de calcul du délai de bout en bout.....	31
	BIBLIOGRAPHIE	33

Recommandation UIT-T G.998.1

Agrégation multipaire à base ATM

1 Domaine d'application

La présente Recommandation a pour objet d'aider les fabricants, les fournisseurs et les utilisateurs des produits quant à la façon d'utiliser plusieurs lignes DSL afin d'acheminer un flux unique de charge utile ATM. Elle fournit à cet effet des prescriptions et des directives. La présente Recommandation est rédigée de façon à répondre aux objectifs de liaison suivants:

- 1) L'agrégation doit prendre en charge le retrait et le rétablissement dynamiques des paires, sans intervention humaine.
- 2) L'agrégation doit prendre en charge des débits de données disparates, dont le rapport peut atteindre 4:1 (du plus rapide au plus lent) d'une paire à l'autre.
- 3) Le protocole doit autoriser l'agrégation de 2 à 32 paires.
- 4) Le protocole doit permettre l'agrégation de ports attribués de façon aléatoire sur un nœud d'accès.
- 5) Le protocole doit être indépendant de la couche Physique.
- 6) Le protocole doit comporter un délai total maximal d'association dans un sens de 2 ms.

A des fins d'interopérabilité entre fournisseurs des implémentations conformes à la présente Recommandation, celle-ci définit une procédure d'initialisation, une méthode de marquage de la charge utile, ainsi qu'une capacité OAM.

Les applications prises en charge dans le cadre de la présente Recommandation se rapportent à l'association de plusieurs circuits DSL de façon à acheminer une charge utile ATM excédant le débit/la portée d'un circuit DSL individuel. Chaque sous-couche TPS-TC ATM (en supposant plusieurs voies supports) doit fonctionner à l'intérieur d'un groupe associé indépendant. Tel qu'indiqué dans la présente Recommandation, l'équipement des locaux client (CPE, *customer premises equipment*) représente l'interface usager-réseau par rapport au réseau ATM.

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. 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.992.3 (2005), *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique 2*.
- [2] Recommandation UIT-T G.994.1 (2003), *Procédures de prise de contact pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.
- [3] Recommandation UIT-T G.997.1 (2003), *Gestion de couche Physique pour les émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique*.
- [4] Recommandation UIT-T I.363.5 (1996), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB: AAL de type 5*.

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 transporteur: organisation qui fournit des services de télécommunication à des installations d'utilisateur.

3.2 centre de commutation: au sens de la présente Recommandation, bâtiment téléphonique à l'origine des installations en boucle extérieures.

3.3 installations client: ensemble des câblages et des équipements situées côté client de l'interface réseau.

3.4 équipement des locaux client: matériel de télécommunication dans les installations de l'abonné, côté client de l'interface réseau. Aux fins de la présente Recommandation, il s'agit de plusieurs récepteurs qui regroupent le trafic en un seul flux ATM à partir de plusieurs lignes.

3.5 sens descendant ou aval: sens d'émission allant du centre de commutation de l'opérateur à l'installation client.

3.6 IMA: multiplexage inverse sur ATM. L'abréviation utilisée dans la présente Recommandation se rapporte aux spécifications du forum ATM et non à la méthode d'association.

3.7 ligne d'abonné, boucle: trajet de communication entre le répartiteur du central de l'opérateur et l'interface réseau d'un local client.

3.8 réseau: ensemble des équipements et des installations, boucle locale comprise, situé du côté opérateur de l'interface réseau.

3.9 interface réseau: point de délimitation physique entre les équipements du circuit réseau de l'opérateur et l'installation client.

3.10 paire: groupe de deux conducteurs isolés.

3.11 phase active: mode de fonctionnement des modems DSL qui correspond à la transmission de données "en direct" de l'utilisateur. Intervient à titre de dernière étape à la suite de toutes les procédures d'initialisation et de reconditionnement.

3.12 sens montant ou amont: sens d'émission allant de l'installation client au centre de commutation de l'opérateur.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AAL 5 couche d'adaptation ATM 5 (*ATM adaptation layer 5*)

ADSL ligne d'abonné numérique asymétrique (*asymmetric digital subscriber line*)

ANSI Institut national américain de normalisation (*American National Standards Institute*)

ASM message d'état autonome (*autonomous status message*)

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

ATM-TC sous-couche fermée de convergence et de transmission ATM (*ATM transmission convergence (sublayer)*)

CAC contrôle d'admission de connexion (*connection admission control*)

CC centre de commutation (*central office*) (voir définition)

CI installation du client (*customer installation*) (voir définition)

CLP priorité de perte de cellules (*cell loss priority*)

CPE	équipement des locaux client (<i>customer premises equipment</i>) (voir définition)
CRC	contrôle de redondance cyclique
DS	sens descendant ou aval (<i>downstream</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
FE	extrémité distance (<i>far end</i>)
GID	identificateur de groupe (<i>group identifier</i>)
GFC	contrôle de flux générique (<i>generic flow control</i>)
HEC	contrôle d'erreur dans l'en-tête (<i>header error control</i>)
ICP	protocole de contrôle IMA (cellule) (<i>IMA control protocol (cell)</i>)
IMA	multiplexage inverse sur ATM (<i>inverse multiplexing over ATM</i>) (voir définition)
ME	entité gestion (<i>management entity</i>)
MIB	base d'informations de gestion (<i>management information base</i>)
ms	milliseconde
NE	extrémité proche (<i>near end</i>)
NI	interface réseau (<i>network interface</i>) (voir définition)
NMS	système de gestion du réseau (<i>network management system</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operations, administration, and maintenance</i>)
PHY	couche Physique (<i>physical layer</i>)
PMD	(sous-couche) dépendante du support physique (<i>physical media dependent (sublayer)</i>)
PMS-TC	(sous-couche) convergence de transmission spécifique en support physique (<i>physical media-specific transmission convergence (sublayer)</i>)
PTI	identificateur de type de charge utile (<i>payload type identifier</i>)
Rx	réception (<i>receive</i>)
SAR	segmentation et réassemblage (<i>segmentation and reassembly</i>)
SID	indice de séquence (<i>sequence index</i>)
SNMP	protocole de réseau simple (<i>simple network management protocol</i>)
TPS-TC	(sous-couche) de convergence de transmission – spécifique au protocole de transport (<i>transport protocol specific – transmission convergence (sublayer)</i>)
TU-C	unité émetteur-récepteur – extrémité centre de commutation (<i>transceiver unit – central office end</i>). Parfois associée à une autre lettre; par exemple ATU-C dans le cas d'un émetteur-récepteur ADSL de centre de commutation
TU-R	unité émetteur-récepteur – côté extrémité distante (<i>transceiver unit – remote terminal end</i>). Parfois associée à une autre lettre; par exemple ATU-R dans le cas d'un émetteur-récepteur ADSL distant.
Tx	émission (<i>transmit</i>)
UIT-T	Union internationale des télécommunications – Secteur de la normalisation des télécommunications
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user-network interface</i>)
US	sens montant ou amont (<i>upstream</i>)

UTOPIA	interface universelle de couche Physique d'essai et d'exploitation pour ATM (<i>universal test and operations PHY interface for ATM</i>)
VC	voie virtuelle (<i>virtual channel</i>)
VCI	identificateur VC (<i>VC identifier</i>)
VP	trajet virtuel (<i>virtual path</i>)
VPI	identificateur VP (<i>VP identifier</i>)

5 Aperçu général

La Figure 1 ci-dessous représente le système d'association permettant le transport d'une charge utile ATM sur plusieurs lignes DSL de débits différents. Dans le cas du multiplexage inverse classique sur ATM (IMA), Version 1.1 [B1], toutes les liaisons associées sont censées fonctionner au même débit nominal. Les cellules d'origine n'étant pas modifiées, des cellules de contrôle (ICP) sont introduites pour la communication OAM entre les deux extrémités. Dans la présente Recommandation, chaque cellule est marquée au moyen d'un identificateur de séquence (SID). L'émetteur peut placer n'importe quelle cellule sur n'importe quelle liaison et le récepteur est en mesure de reconstituer la séquence d'origine.

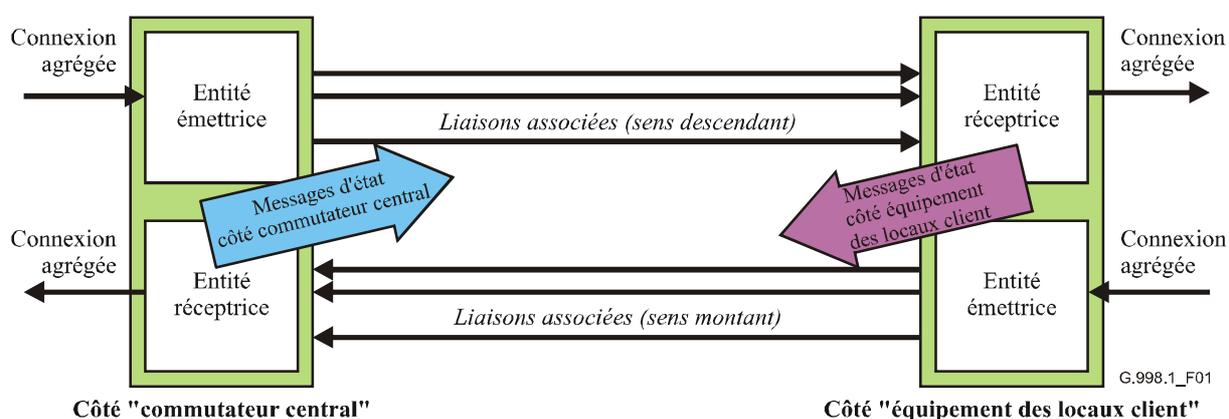


Figure 1/G.998.1 – Flux de messages d'état. Chaque direction d'émission est traitée indépendamment

Un groupe d'association est défini en tant que flux ATM bidirectionnel transporté par plusieurs supports bidirectionnels à travers plusieurs supports physiques, vers l'amont et vers l'aval¹. Un groupe d'association unique ne peut couvrir plusieurs entités CPE ou plusieurs nœuds d'accès côté centre de commutation. En conséquence, le canal de contrôle achemine également un flux ATM bidirectionnel, constitué de messages ATM appelés messages d'état autonomes (AMS, *autonomous status message*). Le contenu et l'ordre de ces messages définissent un protocole de contrôle entre les deux entités de liaison dans les deux sens. Certaines implémentations peuvent prendre en charge des supports multiples sur chaque liaison physique. Différents supports sur la même ligne ne doivent jamais être associés au sein du même groupe.

Le protocole de contrôle indique l'état de chaque liaison à l'intérieur du groupe d'association. La façon dont un groupe d'association est défini au démarrage, puis entretenu en cours de fonctionnement et mis hors service, est examinée ci-dessous.

¹ Il convient de noter que les débits amont et aval peuvent être différents.

Le sens de chacune des liaisons d'un groupe associé peut être librement et indépendamment modifié par leurs couches Physiques respectives². L'émetteur est tenu de ne pas dépasser la capacité des tampons d'émission de la couche Physique, et de ne pas ajouter un délai dû à une mise en mémoire tampon excessive (en contrôlant soigneusement le débit binaire proprement dit de la couche Physique, en laissant flotter ce même débit binaire, puis en exerçant une contre-pression ou en surveillant le débit binaire instantané et en modifiant le débit des émissions, en adaptant l'ordre des multiplexages aux débits, etc.).

6 Mode de fonctionnement

6.1 Séquencement du trafic de charge utile

La méthode d'association des trajets ATM définie dans la présente Recommandation consiste à marquer chaque cellule ATM au moyen d'un indice de séquence de 8 ou 12 bits (SID)^{3, 4}, en remplaçant les bits de l'en-tête ATM par les bits SID entre les entités d'association et, selon l'implémentation, en recalculant éventuellement le code de contrôle d'erreur d'en-tête. Bien que les cellules puissent être émises suivant des trajets comportant des délais différents, des débits binaires variables et des délais non stationnaires, les récepteurs peuvent enregistrer temporairement les cellules entrantes et utiliser l'indice SID pour déterminer leur ordre d'origine.

A l'intérieur du groupe, l'indice SID est incrémenté successivement de "0" à "255" (SID sur 8 positions binaires) ou de "0" à "4095" (SID sur 12 positions binaires), puis remis à zéro. Après assemblage du flux de cellules agrégées, ces bits de l'indice SID sont remplacés par des zéros au niveau du récepteur. Un émetteur ne doit jamais sauter un indice de cette séquence.

La Figure 2 représente les mappages d'en-tête de cellule ATM. L'équipement des locaux client doit prendre en charge toutes les configurations. Le centre de commutation peut prendre en charge l'un ou l'autre des formats (ou les deux), mais un seul format doit être utilisé à l'intérieur d'un groupe donné d'association multipaire.

² Les modifications qui résultent du débit binaire sont assujetties à la taille du tampon, au nombre de lignes et à la différence de délai. Le rapport de débit 4-1 ne constitue pas une limite absolue, et peut être dépassé à condition d'observer les autres contraintes.

³ Dans la présente Recommandation, un espace réservé à l'indice de séquence de 8 ou de 12 bits a été défini. Il convient de signaler que l'utilisation d'un indice SID particulier est contingentée par le débit agrégé, le délai différentiel et le nombre de liaisons. Les implémentations ne sont pas tenues de fournir un espace tampon pour recevoir la série complète d'indices de séquence et sont libres de fournir des tampons en nombre suffisant, mais de plus petite taille, adaptés à leurs applications cibles.

⁴ Les implémentations doivent égaliser les temps de réaction sur chaque liaison. Toutefois, lorsqu'on associe des lignes DSL susceptibles d'avoir des temps de réaction différents en raison de différences des paramètres de la couche Physique, les implémentations doivent pouvoir tolérer un délai différentiel d'au moins 4 ms. Les différences de longueur électrique ne contribuent pas notablement au délai différentiel observé. Cette variation n'exige aucune mémoire tampon supplémentaire.

GFC	VPI (bits 7:0)	VCI (bits 15:0)	PTI	CLP	HEC (bits 7:0)
-----	-------------------	--------------------	-----	-----	-------------------

a) En-tête de cellule ATM standard

SID (bits 11:8)	VPI (bits 7:0)	SID (bits 7:0)	VCI (bits 7:0)	PTI	CLP	HEC (bits 7:0)
--------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----	-----	-------------------

b) En-tête de cellule ATM modifié pour indice SID codé sur 12 bits

GFC	VPI (bits 7:0)	SID (bits 7:0)	VCI (bits 7:0)	PTI	CLP	HEC (bits 7:0)
-----	-------------------	-------------------	-------------------	-----	-----	-------------------

c) En-tête de cellule ATM modifié pour indice SID codé sur 8 bits

G.998.1_F02

Figure 2/G.998.1 – En-têtes de cellule standard et modifié

6.2 Identificateur de groupe d'association (GID) et entité gestion (ME)

Comme indiqué à la Figure 1, chaque côté d'un groupe d'association comporte une entité émettrice et une entité réceptrice. Le groupe d'association fonctionnant à partir du centre de commutation vers l'équipement des locaux client (CPE, *customer premises equipment*) comporte un identificateur de groupe (GID, *group id*) attribué par l'entité gestion d'association du centre de commutation (gestion d'association). Le groupe d'association correspondant, fonctionnant depuis l'équipement CPE vers le centre de commutation, doit utiliser le même identificateur GID (par définition), et le préparer dynamiquement au cours de la phase d'initialisation. Toutes les liaisons à l'intérieur d'un groupe d'association doivent utiliser le même identificateur de groupe, vers l'amont et vers l'aval. L'entité gestion attribue le numéro Tx Link à chacune des liaisons du groupe d'association. Les numéros Tx Link sont attribués côté centre de commutation, et le côté équipement CPE doit préparer de façon dynamique les numéros Tx Link au cours de la phase d'initialisation.

6.3 Messages d'état autonomes (ASM)

A chaque groupe d'association est joint un ensemble de messages d'état autonomes (ASM), doté d'un identificateur propre GID, utilisé afin de transmettre l'état des liaisons du groupe dans chaque sens. Ces messages ASM sont utilisés pour le démarrage et la maintenance des liaisons d'un groupe d'association tel qu'il est défini dans le présent paragraphe.

Les messages d'état autonomes doivent toujours être transmis sur toutes les liaisons du groupe qui ont été configurées. Ces messages doivent être transmis régulièrement sur les liaisons disponibles avec le numéro Tx Link positionné sur le numéro attribué à la liaison physique (numéro de ligne et numéro de support) qui doit acheminer le message. Au cours de la phase d'initialisation, l'émission des messages ASM doit s'effectuer sur chacune des liaisons d'un groupe.

Les implémentations de récepteur doivent toujours accepter et se fier aux messages d'état autonomes sans erreur, reçus sur une liaison entrante quelconque dont une extrémité distante est dans l'état Tx Link "agréée pour l'acheminement de trafic associé" ou "choisie pour l'acheminement de trafic associé" suivant la définition du Tableau 3.

6.4 Sélection et activation des liaisons

L'entité réceptrice est principalement responsable de déterminer les liaisons susceptibles d'être activées au sein du groupe émetteur. Pour qu'une liaison soit sélectionnée, les deux conditions suivantes doivent être réunies:

- a) elle doit avoir une qualité suffisante;
- b) le récepteur doit avoir établi la nécessité de l'utiliser à ce moment précis.

Le récepteur informe l'entité émettrice de l'extrémité distante, au moyen de messages ASM dont l'identificateur de groupe est configuré et dont le champ "Rx Link Status" a la valeur "agrée pour l'acheminement de trafic associé" définie au Tableau 3. Dans tous les cas une entité réceptrice doit identifier, dénombrer et prendre en considération toutes les erreurs HEC lorsqu'elle établit si une liaison est susceptible ou non d'être intégrée dans le groupe actif. Une implémentation ne doit pas se fier uniquement à la réception des messages d'état autonome, pour marquer l'état de la liaison comme étant "agrée"⁵, et ne doit pas non plus se fier exclusivement à l'indication d'une trame valide provenant de la couche Physique⁶⁻⁷.

A réception d'un message d'état autonome, indiquant qu'une liaison particulière s'est détériorée (Etat Rx Link: "ne doit pas être utilisée"), l'émetteur doit lui-même reconfigurer la liaison pour arrêter d'envoyer un trafic de charge utile sur la liaison rompue. Toutefois, l'émetteur doit continuer à envoyer les messages d'état autonomes sur toutes les liaisons configurées, notamment les liaisons en dérangement, au débit nominal. A réception d'un message d'état autonome indiquant la liaison Rx Link comme étant "agrée pour l'acheminement du trafic associé" et si la liaison en question n'achemine pas actuellement un trafic de ce type, l'implémentation émettrice a le choix d'utiliser ou non cette liaison.

L'entité émettrice n'active pas nécessairement toutes les liaisons indiquées par le récepteur comme vérifiant les critères de sélection. L'émetteur ne peut pas activer une liaison qui n'a pas été indiquée à cet effet par le récepteur en positionnant le champ "Rx Link Status" sur la valeur "agrée pour l'acheminement de trafic associé" tel que défini au § 9⁸. Le trafic associé ne doit être envoyé sur une liaison que si les champs "Tx Link Status" et "Rx Link Status" sont positionnés sur la valeur "sélectionnée pour acheminer le trafic associé".

6.4.1 Ajout de trafic à une liaison configurée

Le Tableau 1 décrit les échanges de messages ASM pour l'ajout de trafic associé sur une liaison configurée pour faire partie du groupe associé et n'acheminant pas actuellement ce type de trafic. Récepteur et émetteur de trafic positionnent respectivement les champs "Rx Link Status" et "Tx Link Status" dans leurs messages ASM sortants. Le tableau indique en outre l'opération qui doit en résulter.

⁵ Les liaisons à haut débit contiennent une proportion très faible de messages de contrôle relatifs aux messages de charge utile. Le fait de déterminer l'état de la liaison en fonction uniquement des messages de contrôle risque d'empêcher de remarquer un taux d'erreur élevé pendant une période d'une durée inacceptable.

⁶ Une simple erreur de configuration de réseau doit être prévue et tolérée. Bien que les couches Physiques signalent chacune les signaux d'entrée valides comportant des erreurs potentiellement minimales, les implémentations de récepteur, qui n'authentifient pas l'origine du message ASM et ne tiennent pas compte des liaisons comportant une erreur de configuration, risquent de subir une perte complète du service d'association.

⁷ En cas d'échange inopiné de lignes DSL desservant deux usagers différents, les couches Physiques risquent de ne pas identifier le problème. Dans ce cas, les implémentations de récepteur doivent prendre note du défaut de correspondance dans les champs identificateurs de groupe et prendre les mesures appropriées.

⁸ Il n'y a aucun impératif d'utilisation identique de la liaison dans les deux sens. Si la qualité de la liaison est telle qu'elle n'est pas utilisée pour acheminer le trafic dans un sens, elle peut néanmoins l'acheminer dans l'autre sens.

Tableau 1/G.998.1 – Ajout de trafic à une liaison configurée

Récepteur, champ "Rx Link Status"	Émetteur, champ "Tx Link Status"	Opération résultante
	Indiquer les liaisons Rx candidates à surveiller; "agrée pour l'acheminement de trafic associé"	Surveillance de cette liaison par le récepteur
Si la qualité est suffisante, et si le récepteur souhaite acheminer le trafic sur cette liaison; "agrée pour l'acheminement de trafic associé"		L'émetteur est informé de la possibilité d'utiliser cette liaison
	Si l'émetteur souhaite utiliser cette liaison "choisie pour l'acheminement de trafic associé"	L'émetteur attend la réponse du récepteur
Confirmation: prêt pour la réception de trafic par la liaison associée "sélectionnée pour l'acheminement de trafic associé"		Flux de trafic associé sur cette liaison

6.4.2 Procédure orientée au récepteur d'arrêt d'émission de trafic

Lorsqu'un récepteur établit que le trafic ne doit pas être émis sur une liaison dans une direction donnée (en raison par exemple de sa qualité insuffisante), les échanges de messages ASM suivants peuvent servir à configurer l'émetteur de façon à ne pas envoyer le trafic sur cette liaison:

- l'émetteur positionne "Rx Link Status" sur la valeur "ne doit pas être utilisée";
- l'émetteur de l'extrémité distante doit immédiatement arrêter d'envoyer le trafic sur cette liaison et doit positionner le champ Tx Link Status sur la valeur "agrée pour l'acheminement de trafic associé" (ou encore "ne doit pas être utilisée" s'il veut empêcher le récepteur de prendre à nouveau en considération cette liaison);
- l'émetteur de l'extrémité distante doit continuer à envoyer des cellules ASM;
- le trafic peut reprendre sur cette liaison en suivant la procédure décrite au Tableau 1.

Lorsque la raison pour laquelle un récepteur devrait modifier l'état d'une liaison en le faisant passer de "sélectionnée" à "agrée" n'est pas précisée, cette modification n'est cependant pas exclue. En particulier, un récepteur dont le champ "Rx Link Status" est positionné sur la valeur "11", peut lui substituer la valeur "10". Dans ce cas, l'émetteur doit cesser d'envoyer des cellules de charge utile sur cette liaison. L'entité émettrice doit maintenir "Tx Link Status" à la valeur "11" ("choisie pour acheminer un trafic associé"). Le trafic de charge utile ne peut reprendre tant que "Rx Link Status" a la valeur "11" ("choisie pour acheminer un trafic associé").

6.4.3 Procédure orientée émetteur pour arrêter l'envoi de trafic

Lorsqu'un émetteur établit qu'une liaison ne doit pas être utilisée dans une direction donnée (faute d'un besoin de capacité ou pour d'autres raisons à l'appréciation de l'émetteur), les échanges suivants de messages ASM permettent d'informer le récepteur qu'aucun trafic ne sera envoyé sur cette liaison.

- L'émetteur positionne "Tx Link Status" sur la valeur "ne doit pas être utilisée" et n'envoie pas de trafic associé sur cette liaison.
- Le récepteur doit modifier le champ "Rx Link Status" en le positionnant sur la valeur "ne doit pas être utilisée". Le récepteur ne prévoira pas de réintégrer cette liaison au groupe tant que l'émetteur n'aura pas modifié le champ "Tx Link Status" pour le positionner sur la valeur "agrée pour l'acheminement de trafic associé".

- Le trafic peut reprendre sur cette liaison en suivant la procédure décrite au Tableau 1.

Noter qu'à tout moment, l'émetteur peut cesser d'utiliser une liaison pour transporter des données de charge utile sans le notifier à l'extrémité distante.

Lorsque la raison pour laquelle un émetteur devrait modifier l'état d'une liaison en le faisant passer de "sélectionnée" à "agrée" n'est pas précisée, cette modification n'est cependant pas exclue. En particulier, un émetteur dont le champ "Tx Link Status" est positionné sur la valeur "11" peut lui substituer la valeur "10". Dans ce cas, l'émetteur doit au préalable cesser d'envoyer des cellules de charge utile sur cette liaison. Il en résulte que l'entité réceptrice doit positionner son champ "Rx Link Status" sur la valeur "10" ("agrée pour le cheminement de trafic de charge utile").

6.5 Mesure du délai différentiel du groupe d'association

Pour évaluer le délai différentiel entre les liaisons configurées, les fonctions d'association multipaire fondée sur ATM du centre de commutation et de l'équipement des locaux client doivent maintenir une horloge locale fonctionnant sur une période de 0,1 ms. Le décalage de fréquence entre les deux horloges doit être inférieur à 200 ppm. L'entité émettrice doit comporter un horodateur mis à la valeur de son horloge locale dans chaque cellule ASM avant émission sur une liaison configurée. Le format du champ horodateur est défini au § 9. L'Appendice IV décrit un algorithme type de calcul du délai différentiel par rapport à cet horodateur.

6.6 Compensation du délai différentiel par l'entité émettrice CPE

Afin de réduire la mémoire tampon nécessaire côté centre de commutation, l'entité émettrice CPE doit pouvoir implémenter des délais variables liaison par liaison, entre le marquage SID et la transmission par l'interface gamma. La cellule ASM doit faire l'objet d'un délai identique entre l'introduction de l'horodateur et la transmission par l'interface gamma tel qu'indiqué à la Figure 3. Au moment de l'initialisation ou de la reconfiguration du groupe d'association, les délais variables doivent être mis à zéro. Le centre de commutation peut demander à l'équipement CPE d'appliquer un délai sur une liaison particulière; la valeur du délai ainsi demandé doit être indiquée dans la cellule ASM transmise sur cette liaison; afin de suivre la valeur du délai compensateur, l'émetteur doit indiquer dans la cellule ASM le délai effectif appliqué sur cette liaison.

L'obtention d'un délai différentiel minimal exige une mémoire tampon. Dans le pire des cas, cette mémoire tampon est indispensable sur toutes les lignes sauf une. Pour un émetteur ADSL vers l'amont, il faut une mémoire tampon d'au moins 8 kO par ligne⁹. Cette valeur correspond à la capacité de compensation d'un délai différentiel de 20 ms pour un débit de 3 Mbit/s. La compensation doit être implémentée avec une précision d'au moins 0,5 ms.

Noter que le délai différentiel maximal qui en résulte vers l'amont doit être de 1 ms au plus, sans tenir compte des différents délais de transmission notamment ATM, si toutes les compensations demandées peuvent être mises en place par les équipements CPE.

La mémoire tampon et la précision requises afin d'associer d'autres types de lignes DSL doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

⁹ Pour un récepteur ADSL dans le sens descendant, la mémoire tampon requise dépend de l'application considérée et n'est pas spécifiée ci-après.

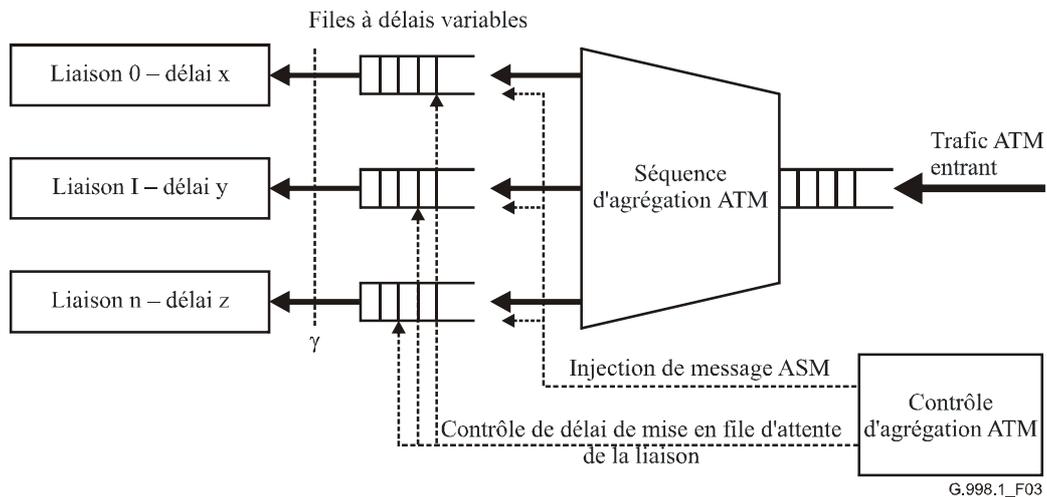


Figure 3/G.998.1 – Compensation du délai différentiel dans l'émetteur au moyen de délais variables

7 Modèles de référence

7.1 Modèle de référence du protocole de plan d'utilisateur

Un groupe d'association multipaire fondée sur ATM assure un flux ATM bidirectionnel acheminé par plusieurs porteuses sur différents supports physiques, vers l'amont comme vers l'aval. La couche d'agrégation est dotée de la capacité de gérer plusieurs groupes d'association. Une voie porteuse DSL ne doit faire partie que d'un seul groupe d'association à un moment donné. Il est possible de prendre en charge plusieurs connexions de type VC et VP dans un seul groupe, sous réserve de l'espace VPI/VCI disponible pris en charge dans l'en-tête de cellule modifié.

Les Figures 4 et 5 représentent respectivement les modèles de référence du protocole de plan d'utilisateur d'un et de plusieurs groupes associés, compatibles avec la représentation utilisée dans les Recommandations xDSL. La sous-couche d'agrégation est située entre la couche de transport ATM et la sous-couche ATM-TC de l'émetteur récepteur xDSL.

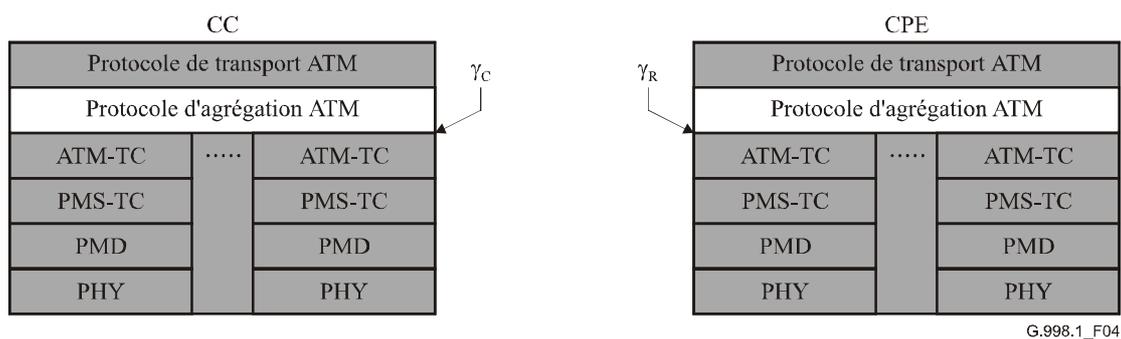


Figure 4/G.998.1 – Modèle de référence du protocole de plan d'utilisateur d'un groupe associé

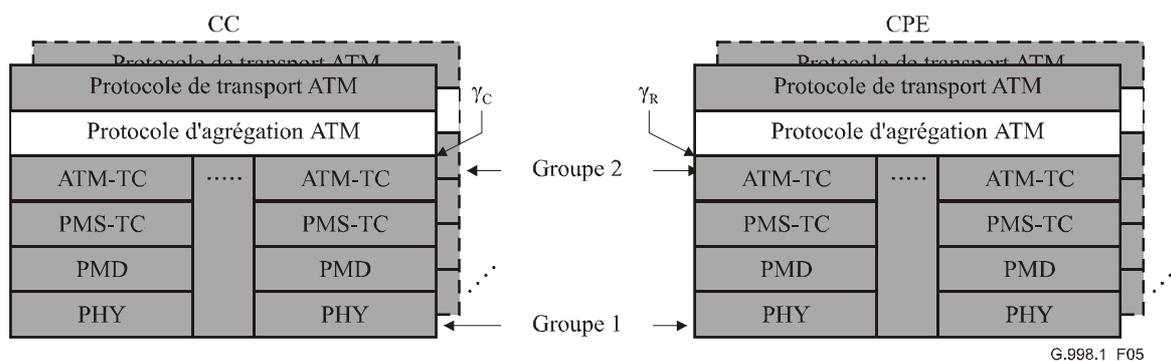


Figure 5/G.998.1 – Modèle de référence du protocole de plan d'utilisateur de plusieurs groupes associés

7.2 Modèle de référence de la sous-couche d'agrégation dans la couche

Le Tableau 2 décrit le modèle de référence de la sous-couche d'agrégation à l'intérieur de la couche.

Tableau 2/G.998.1 – Agrégation multipaire fondée sur ATM dans le modèle de référence de couche

	Fonctions de plan d'utilisateur	Fonctions de gestion de couche	Fonctions de gestion de plan
Couche d'agrégation xDSL ATM	<ul style="list-style-type: none"> Séparation et reconstruction du flux de cellules ATM Emission et réception de cellules ASM 	<ul style="list-style-type: none"> Traitement des messages ASM 	<ul style="list-style-type: none"> Configuration et retrait du groupe Gestion dynamique des liaisons du groupe Modification du débit du groupe Mise à jour de l'état du groupe Performance et suivi des dérangements du groupe

7.3 Modèle de référence fonctionnel

La Figure 6 représente les principaux blocs fonctionnels de l'entité d'agrégation multipaire fondée sur ATM.

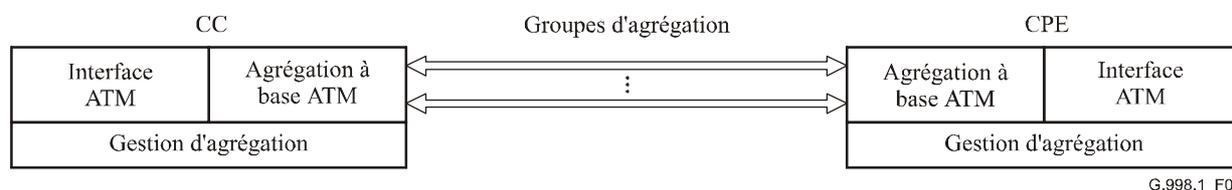


Figure 6/G.998.1 – Blocs fonctionnels d'agrégation multipaire fondée sur ATM

7.3.1 Interface ATM

Le bloc d'interface ATM assure une connexion ATM bidirectionnelle avec la couche de transport ATM supérieure. Dans chaque sens, plusieurs flux ATM peuvent être pris en charge.

7.3.2 Fonction d'association multipaire fondée sur ATM

Dans le sens émission à l'intérieur d'un groupe d'association, le bloc de fonction d'association à base ATM contrôle la répartition des cellules dans les supports ATM-TC membres dont les débits nets de données peuvent être différents et introduit des identificateurs de séquence appropriés dans les cellules de façon à pouvoir rétablir l'ordre des cellules au niveau du récepteur. Dans le sens réception, le bloc fonctionnel regroupe les cellules reçues des supports membres dans l'ordre défini par l'identificateur de séquence et reconstitue le flux ATM d'origine.

Hormis le traitement des flux de cellules ATM normaux, le bloc assure également la transmission et la réception appropriées des cellules ASM groupe par groupe.

7.3.3 Fonction de gestion d'association

La principale fonction du bloc de gestion consiste à créer et à supprimer des groupes d'association, ainsi qu'à gérer leurs caractéristiques opérationnelles (par exemple, perte/rétablissement de liaison dynamique, etc). Le bloc de gestion surveille en outre les performances et les dérangements du groupe. De plus, il traite les messages ASM.

8 Formats d'en-tête de cellule

8.1 Messages d'état autonomes (ASM)

Le protocole de contrôle des liaisons associées est acheminé dans des messages contenus dans une cellule unique (messages d'état autonomes). Ces cellules doivent être adressées comme si leurs paramètres de provenance étaient $VP = 0$, $VC = 20$. Les messages ASM ne sont pas ordonnés de la même façon que le trafic de charge utile normal. Les bits de l'indice de séquence doivent être mis à la valeur "00" dans toutes les cellules de contrôle.

Se référer à la description du format de message d'état autonome indiqué au § 9.

8.2 Cellules vides et non attribuées

Les cellules vides et non attribuées, selon la définition des Recommandations UIT-T I.432.1 et I.361, sont traitées normalement par la sous-couche ATM-TC de l'émetteur-récepteur. Elles ne sont pas vues de la couche d'agrégation ni produites par celles-ci.

8.3 Cellules de charge utile OAM et ATM

Un groupe d'association est logiquement identique à un trajet unique du point de vue du trafic ATM. Le traitement des cellules de charge utile OAM et ATM sur un groupe d'association suit des règles identiques à celles qui seraient appliquées si ces cellules étaient acheminées sur un trajet unique acheminant plusieurs flux ATM.

8.4 Erreurs HEC

Il importe pour l'entité de contrôle d'association multipaire d'identifier, de compter et de réagir à toutes les erreurs HEC. Les erreurs HEC peuvent apparaître dans les cellules de charge utile ATM, dans les cellules de contrôle d'association multipaire, dans les cellules inactives, dans les cellules non attribuées et dans les cellules OAM. Elles doivent être prises en considération lorsqu'on détermine si une liaison peut être intégrée à un groupe actif ou non. Le mode de communication des erreurs HEC à la couche d'agrégation dépend de l'implémentation.

9 Protocole de contrôle interne du groupe d'association

9.1 Types de message de contrôle

Le protocole de contrôle décrit dans la présente Recommandation est constitué d'un seul type de message: un message d'état autonome. Ce message transmet l'état des liaisons à l'entité gestion d'association multipaire de l'extrémité distante.

9.1.1 Longueur et format des messages de contrôle

Le message d'état est contenu dans une cellule ATM unique, dans laquelle les octets 50-53 servent à acheminer un code CRC-32 relatif à la charge utile de cette cellule. Les octets 46-49 sont définis de façon à ce que le message ASM ait la forme d'un message AAL 5 contenu dans une seule cellule. L'observation de la présente Recommandation n'exige pas une segmentation et un réassemblage AAL 5.

9.1.2 Priorité des messages de contrôle

L'implémentation de l'émetteur est tenue de déterminer à quel moment programmer et émettre les messages de contrôle. Le choix du moment pour introduire un message de contrôle dans le flux de cellules de charge utile est laissé à la discrétion de l'implémentateur.

9.1.3 Fréquence des messages d'état autonomes

Pendant la phase active, les messages ASM doivent être envoyés périodiquement à toutes les liaisons configurées de chaque groupe. Ces messages permettent de surveiller l'état de la liaison et peuvent servir à l'entité gestion de l'association multipaire à des fins de gestion dynamique et de contrôle des erreurs. Selon l'implémentation, il est possible d'émettre des messages ASM aussi fréquemment que nécessaire. Les messages d'état doivent être transmis à une fréquence au moins égale à une fois par seconde et par liaison du groupe d'association. Les émetteurs doivent être dotés des moyens assurant qu'à long terme¹⁰ les messages de contrôle ne sont pas transmis à raison de plus de 1% de la capacité disponible de la liaison¹¹. Cette limite ne s'applique pas au cours de la phase d'initialisation.

Il n'est pas question d'exclure arbitrairement les liaisons qui fonctionnent à de très faibles débits. Les implémentations de récepteur doivent s'efforcer d'accepter et de traiter tous les messages de contrôle entrants, indépendamment de leur débit d'arrivée instantané. Si une implémentation de récepteur ne peut suivre le débit d'arrivée des messages de contrôle, elle peut alors les mettre à l'écart si nécessaire, étant donné que le protocole de contrôle a été spécifié de manière à tolérer cette possibilité.

La transmission des messages d'état doit être répartie dans les liaisons de façon à limiter l'incidence de la gigue sur le trafic de charge utile. Par exemple, lorsqu'un groupe d'association compte 32 liaisons numérotées de 0 à 31, les messages d'état peuvent être envoyés à tour de rôle, en commençant par un message envoyé sur la liaison "0" puis sur la liaison "1" jusqu'à la liaison "31", puis à nouveau par la liaison "0". Il en résultera un groupe d'association de 32 liaisons acheminant au moins 32 messages d'état par seconde, à raison d'un message d'état par liaison.

Toutefois, une implémentation d'émetteur n'est pas strictement tenue de suivre un ordre particulier lors du choix des liaisons par lesquelles les messages d'état autonomes sont acheminés. Les implémentateurs sont libres de choisir tout ordre et toute fréquence jugés appropriés.

¹⁰ Il convient de préciser que, au cours de la phase d'initialisation, les messages ASM peuvent être transmis à une fréquence supérieure à 1%.

¹¹ Ceci implique que chaque liaison doit réaliser un débit binaire admissible de 100 cellules par seconde (42,4 kbit/s).

Les récepteurs ne doivent pas escompter un rythme ou un ordre particuliers, si ce n'est le débit minimal d'un message d'état autonome par seconde et par liaison. Les récepteurs doivent tenir compte de la perte ou de la corruption éventuelle des messages d'état autonomes et ne doivent pas fonder l'évaluation de la qualité de la liaison seulement sur l'arrivée (ou la non-arrivée) des messages d'état autonomes.

Du fait que les trames importantes acheminées dans les charges utiles AAL 5 pâtissent de la dégradation d'une seule liaison d'un groupe d'association, il convient d'envoyer un ou plusieurs messages d'état autonomes dès qu'un récepteur détecte cette dégradation, par exemple en envoyant immédiatement un message AMS suivant sur la prochaine liaison programmée, sans attendre l'expiration de son temporisateur.

9.1.4 Format du message d'état autonome

Le Tableau 3 décrit le format du message d'état autonome.

Tableau 3/G.998.1 – Format de message ASM

Octet	Désignation	Valeurs	Observations
1-4	En-tête de cellule		VPI = 0, VCI = 20, PTI = 1, CLP = 0, GFC = 0 Tous les bits du champ SID doivent être mis à la valeur "0". Le champ SID n'est pas utilisé dans les messages ASM.
5	HEC	0..255	Calcul normal du code HEC sur les octets 1..4.
6	Type de message	0..255	Définition du type de message: "00": message d'état autonome: format SID sur 12 bits. "01": message d'état autonome, format SID sur 8 bits. "FF": initialisation ou configuration du groupe.
7	Identificateur ASM	0..255	Identificateur de message modulo 256. Incrémenté de 0 à 255 puis repositionné sur la valeur 0. Champ utilisé par le récepteur pour déterminer l'ancienneté des messages ASM. L'entité gestion de l'agrégation incrémente la valeur de l'identificateur ASM pour chaque envoi de nouveau message d'état autonome, groupe par groupe. Le récepteur ne tient pas compte (met à l'écart) des messages d'état autonomes dont l'identificateur ASM est antérieur à celui des autres messages d'état autonomes récemment arrivés.
8 (bits 0-4)	Numéro Tx Link	0..n – 1	Ce champ est utilisé afin d'identifier la liaison. Le numérotage des liaisons doit être séquentiel et commencer par "0".
8 (bits 5-6)	Réservé		Réservé pour définition future. Doit être mis à la valeur "0" dans tous les messages sortants. Ne doit pas être pris en compte dans les messages entrants.

Tableau 3/G.998.1 – Format de message ASM

Octet	Désignation	Valeurs	Observations
8 (bit 7)	Mémoires tampons insuffisantes	Booléen	<p>Ce champ permettra aux opérateurs et aux utilisateurs finals de mieux identifier les situations dans lesquelles l'implémentation du récepteur ne prend pas en charge suffisamment de mémoire tampon pour associer toutes les liaisons disponibles.</p> <p>"0": possibilité de prise en charge de toutes les liaisons marquées disponibles pour association, compte tenu des valeurs actuelles de la capacité des tampons, du débit binaire différentiel, du délai différentiel et de la gigue.</p> <p>"1": les tampons disponibles ne permettent pas d'agréger toutes les liaisons actuellement marquées disponibles pour association.</p>
9	Numéro des liaisons	1..32	Ce champ indique le numéro des liaisons configurées à l'intérieur du groupe d'association.
10-17	Rx link status (état liaison réceptrice) (2 bits par liaison, 32 liaisons au maximum)	8 octets	<p>Etat de chacune des liaisons réceptrices (32 au maximum) à l'intérieur du groupe d'association.</p> <p>Les deux bits les plus significatifs (bits 7 et 6) de l'octet 10 correspondent à l'état de la première liaison (liaison "0"), les deux bits suivants de l'octet 10 (bits 5 et 4) correspondent à l'état de la deuxième liaison (liaison "1"), etc. L'octet 11 indique l'état de la liaison 4 (bits 7 et 6) jusqu'à l'état de la liaison 7 (bits 1 et 0); idem pour les octets 12-17.</p> <p>"00": non configurée</p> <p>"01": ne doit pas être utilisée</p> <p>"10": agréée pour l'acheminement du trafic associé</p> <p>"11": sélectionnée pour l'acheminement du trafic associé.</p>
18-25	Tx link status (état liaison émettrice) (2 bits par liaison, 32 liaisons au maximum)	8 octets	<p>Etat de chacune des liaisons émettrices du groupe d'association (32 au maximum).</p> <p>Les deux bits les plus significatifs (bits 7 et 6) de l'octet 18 correspondent à l'état de la première liaison (liaison "0"), les deux bits suivants de l'octet 18 (bits 5 et 4) correspondent à l'état de la deuxième liaison (liaison "1"), etc. L'octet 19 contient l'état de la liaison 4 (bits 7 et 6) jusqu'à l'état de la liaison 7 (bits 1 et 0); idem pour les octets 20-25.</p> <p>"00": non configurée</p> <p>"01": ne doit pas être utilisée</p> <p>"10": agréée pour l'acheminement du trafic associé</p> <p>"11": sélectionnée pour l'acheminement du trafic associé.</p>
26-27	Identificateur du groupe	2 octets	Nombres entiers identifiant individuellement chacun des groupes d'association.

Tableau 3/G.998.1 – Format de message ASM

Octet	Désignation	Valeurs	Observations
28-31	Etat des messages ASM reçus (1 bit par liaison, 32 liaisons au maximum)	4 octets	Etat des messages ASM reçus sur chaque liaison au cours de la seconde écoulée: "0": au moins un message ASM reçu sans erreur "1": aucun message ASM reçu sans erreur.
32	Cellules perdues du groupe	0..255	Nombre de cellules perdues au niveau de la couche liaison du récepteur. Modulo 256.
33	Réservé	1 octet	Réservé pour définition future. Doit être mis à la valeur "0" dans tous les messages sortants. Ne doit pas être pris en compte dans les messages entrants.
34-37	Horodateur	$0..2^{31} - 1$	Valeur de l'horloge locale de la fonction association multipaire fondée sur ATM exprimée en unités de 0,1 milliseconde. En cas de non-prise en charge dans le centre de commutation, cette valeur doit être mise à la valeur 0 dans les messages ASM émis depuis le centre de commutation. Le bit le plus significatif se trouve dans l'octet 34 et le bit le moins significatif dans l'octet 37.
38-39	Délai d'émission demandé	$0..2^{16} - 1$ (Note)	Délai demandé exprimé en unités de 0,1 milliseconde à mettre en place par l'entité émettrice sur la liaison acheminant la cellule ASM. Cette valeur doit être positionnée sur 0 dans les messages ASM transmis depuis l'équipement CPE. Le bit le plus significatif se trouve dans l'octet 38 et le bit le moins significatif dans l'octet 39.
40-41	Délai d'émission réel	$0..2^{16} - 1$ (Note)	Délai réel exprimé en unités de 0,1 milliseconde mis en place par l'entité émettrice sur la liaison acheminant la cellule ASM. Cette valeur doit être positionnée sur 0 dans les messages ASM transmis depuis le centre de commutation. Le bit le plus significatif se trouve dans l'octet 40 et le bit le moins significatif dans l'octet 41.
42-45	Réservé	4 octets	Réservé pour définition future. Doit être mis à la valeur "0" dans tous les messages sortants. Ne doit pas être pris en compte dans les messages entrants.

Tableau 3/G.998.1 – Format de message ASM

Octet	Désignation	Valeurs	Observations
46-47	Réservé	Doit être mis à la valeur 0x00, 0x00	Ces valeurs doivent être affichées par l'émetteur, mais peuvent être ignorées par le récepteur ¹² .
48-49	Longueur du message	Doit être mise à la valeur 0x00, 0x28	
50-53	CRC-32		A calculer sur les octets de charge utile 6-49, définis dans l'AAL 5.
NOTE – Le domaine de validité des valeurs de ce paramètre est déterminé par la mémoire disponible dans l'équipement CPE, selon les indications du § 6.6.			

Définition des champs:

En-tête de cellule

Le format modifié d'en-tête de cellule doit être binaires compatible avec les dispositifs matériels PHY et ATM couramment utilisés. Il est prévu que les dispositifs implémentant cette technique d'association multipaire puissent être simplement interfacés au niveau UTOPIA avec des dispositifs PHY et ATM, qui ignorent l'association multipaire (segmentation et réassemblage, commutateurs, contrôleurs de trafic, etc.).

Type de message

Le type de message est configuré au niveau du centre de commutation et envoyé à l'équipement CPE distant. Le type de message envoyé par l'équipement CPE au centre de commutation et mentionné dans ce champ doit être identique à celui reçu du centre de commutation. Les deux extrémités doivent utiliser un identificateur SID de longueur identique, déterminé par le centre de commutation et envoyé à l'équipement CPE dans le champ "Type de message". Le type de message est déterminé pendant l'initialisation et doit rester inchangé tant que le groupe est en service.

La valeur "00" attribuée à ce champ identifie ce message en tant que message d'état autonome et indique quel identificateur SID codé sur 12 bits est utilisé dans ce groupe associé; l'attribution de la valeur "01" identifie ce message en tant que message d'état autonome et indique l'utilisation d'un identificateur SID codé sur 8 bits dans ce groupe associé; enfin, l'attribution de la valeur "FF" indique que l'entité gestion d'association doit cesser d'émettre un trafic de charge utile et doit procéder à une réinitialisation. Les implémentations de la présente version de cette Recommandation doivent examiner la valeur attribuée au champ Type de message et si celle-ci diffère de "00", "01" ou "FF", le message doit être discrètement mis à l'écart.

¹² Noter que les octets 46 et 47 correspondent aux octets CPS-UU et CPI, définis dans l'AAL 5. Ils sont positionnés sur la valeur 0. Le champ longueur, utilisé dans la présente Recommandation et dans l'AAL 5 est mis à la valeur 40 (décimale) ou 28 (hexadécimale).

Les implémentations des versions futures de la présente Recommandation doivent contrôler la valeur du champ Type de message des messages de contrôle entrants. La réception d'un message statut autonome contenant un champ Type de message mis à la valeur "00" ou "01" indique que l'extrémité distante prend en charge les formats 12 bits ou 8 bits de la première version de la présente Recommandation; l'implémentation doit alors revenir discrètement à la même version.

Identificateur ASM

Ce champ définit l'ordre séquentiel des messages d'état autonome.

L'identificateur ASM est incrémenté depuis la valeur "00" jusqu'à "FF", puis remis à "00". Il doit être incrémenté à chaque nouvelle émission de message d'état autonome, groupe par groupe. Deux messages d'état autonomes ne doivent pas être envoyés avec le même identificateur ASM, même ceux qui sont envoyés sur des lignes distinctes du même groupe associé.

Le récepteur examine le champ identificateur afin de déceler la présence de messages reçus dans un ordre erroné. Si l'identificateur d'un message d'état autonome reçu est antérieur à celui d'un message ASM récent, il convient alors de mettre à l'écart le message ASM doté d'un identificateur antérieur.

Numéro Tx link

Ce champ contient le numéro attribué à la liaison au niveau du centre de commutation, par l'entité gestion au cours de la phase d'initialisation. L'équipement CPE est informé du numéro Tx link relatif à chaque liaison par les messages ASM reçus sur la liaison depuis le centre de commutation. L'équipement CPE utilise le même numéro Tx link pour ses messages ASM. Des numéros consécutifs doivent être attribués aux liaisons, à partir de la valeur "0". Ces numéros doivent rester inchangés tant que le groupe existe, indépendamment de toute modification d'état de la liaison.

Le numéro Tx link est configuré de façon statique lorsque le groupe associé est mis en place et doit rester inchangé tant que ce groupe est en service.

Mémoires tampons liaison insuffisantes

Avant que les récepteurs puissent afficher le caractère approprié d'une Rx link en vue de son inclusion dans le groupe associé, ils doivent évaluer les valeurs actuelles du débit binaire différentiel, du débit de ligne et de la gigue afin de déterminer les besoins de mémoire tampon. Si les mémoires tampons disponibles sont insuffisantes pour prendre en charge toutes les liaisons actuellement marquées disponibles pour association, le récepteur doit positionner la valeur du champ mémoire tampon insuffisante de façon à signaler cette situation à l'extrémité distante.

Nombre de liaisons

Ce champ indique le nombre de liaisons qui ont été configurées dans ce groupe d'association. Ce champ statique doit rester inchangé pendant la durée de vie du groupe.

Etat de la liaison Rx (*Rx link status*)

La principale fonction du protocole de contrôle consiste pour les deux extrémités à pouvoir ajouter/soustraire des liaisons au groupe actuellement en service. Cette opération doit s'effectuer aussi rapidement et aussi efficacement que possible de façon à réduire au

minimum les pertes de trafic et obtenir le temps de disponibilité maximal.

Les numéros des liaisons sont définis par l'entité gestion et configurés au niveau du centre de commutation. Deux bits d'état sont définis pour chaque liaison.

Il faut 64 bits ou 8 octets pour acheminer les données d'état relatives à 32 lignes. Voir les définitions sous la rubrique définition des messages ASM.

Les deux premiers bits du premier octet du champ correspondent à l'état de la première liaison Rx link (liaison '0'). Les deux bits suivants correspondent à l'état de la deuxième liaison (liaison '1') et ainsi de suite jusqu'aux deux derniers bits du dernier octet qui correspondent à l'état de la 32^e liaison (liaison '31').

Il faut utiliser comme suit les indications d'état:

- **non configurée:** la liaison indiquée n'est pas configurée et ne fera jamais partie du groupe associé. Noter que le nombre de liaisons configurées est égal à la valeur du champ "nombre de liaisons". Il est identique dans les deux sens, de sorte que si "Tx link status" est mis à la valeur "non configurée", "Rx link status" doit également avoir la valeur "non configurée";
- **ne pas utiliser:** ne doit pas être utilisée par l'émetteur dans une association multipaire; configurée néanmoins par le système de gestion du réseau comme liaison candidate (par exemple en cas de dérangement temporaire). Si le trajet ATM reste présent sur cette liaison, un émetteur recevant des messages ASM comportant cet état Rx link continue à envoyer des messages ASM;
- **agréée pour acheminer le trafic associé:** utilisée afin de demander à l'émetteur de prendre en compte cette liaison configurée pour l'intégrer à une association multipaire;
- **choisie pour l'acheminement d'un trafic associé:** il est prévu d'acheminer sur cette liaison un trafic associé.

Etat de la liaison Tx
(Tx link status)

Il faut 64 bits ou 8 octets pour acheminer les données d'état relatives à 32 lignes. Voir les définitions sous la rubrique définition des messages ASM.

Les deux premiers bits du premier octet du champ correspondent à l'état de la première liaison Tx (liaison '0'). Les deux bits suivants correspondent à l'état de la deuxième liaison (liaison '1') et ainsi de suite jusqu'aux deux derniers bits du dernier octet qui correspondent à l'état de la 32^e liaison (liaison '31').

Les indications d'état doivent être utilisées comme suit:

- **non configurée:** la liaison indiquée n'est pas configurée et ne fera jamais partie du groupe associé. Voir "Etat de la liaison Rx link";
- **ne doit pas être utilisée:** ne doit pas être utilisée par l'émetteur dans une association multipaire; configurée néanmoins par le système de gestion du réseau comme liaison candidate;

- **agrée pour acheminer le trafic associé:** utilisée afin de demander à l'émetteur de prendre en compte cette liaison configurée pour l'intégrer à une association multipaire;
- **choisie pour l'acheminement d'un trafic associé:** il est prévu d'acheminer sur cette liaison un trafic associé.

Au cours de l'existence d'un groupe, l'état d'une liaison passe de l'un à l'autre des trois derniers types d'état. Toutefois, si l'initialisation du groupe a comporté le marquage d'une liaison particulière par la mention "Non configurée", celle-ci reste inchangée.

Identificateur de groupe	<p>Ce champ fait l'objet d'une configuration statique lors de la mise en place du groupe associé et ne doit pas être modifié tant que le groupe est en service. Ces champs peuvent servir à un opérateur afin de faciliter la détection d'une erreur de configuration, de simplifier la gestion ou encore pour aider au débogage de la liaison.</p>
Etat Rx ASM	<p>Ce champ transmet de l'émetteur au récepteur les données indiquant si les messages ASM sont reçus sur chaque liaison. Le premier bit (bit 7) du premier octet du champ correspond à la première liaison (liaison '0'). Le deuxième correspond à la deuxième liaison (liaison '1') et ainsi de suite jusqu'au dernier bit qui correspond à l'état de la 32^e liaison (liaison '31').</p> <p>Les indications d'état doivent être utilisées comme suit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • '0': au moins un message ASM sans erreur, reçu au cours de l'intervalle précédent d'une seconde; • '1': aucun message ASM sans erreur reçu au cours de l'intervalle précédent d'une seconde. <p>Ce champ n'est pas valide dans le cas des liaisons dont le champ "Tx link status" à la valeur "non configurée", étant donné que l'acheminement de messages ASM n'est pas prévu sur ces liaisons.</p>
Cellules perdues de groupe	<p>Ce champ achemine du récepteur à l'émetteur le compte de cellules perdues au niveau de la couche d'agrégation du récepteur.</p>
Réservé	<p>Les champs "réservé" doivent être remplis par des '0' et doivent être ignorés par le récepteur. Il est possible d'utiliser les champs réservés à d'autres fins dans le cadre des versions futures du présent protocole.</p>
Horodateur	<p>Ce champ contient la valeur de l'horloge locale maintenue par la fonction d'association multipaire fondée sur ATM lors de la transmission de la cellule ASM (voir § 6.5). La présence de ce champ est obligatoire dans les messages ASM transmis par les équipements des locaux client. Si ce champ n'est pas implémenté au niveau du centre de commutation, les messages ASM transmis depuis le centre de commutation doivent le mettre à la valeur 0.</p>
Délai Tx demandé	<p>Ce champ contient la valeur du délai d'émission à implémenter par l'émetteur sur la liaison particulière acheminant cette cellule ASM (voir § 6.6). Dans le cas des messages ASM transmis par l'équipement CPE, ce champ doit être mis à la valeur 0.</p>
Délai Tx réel	<p>Ce champ contient la valeur du délai d'émission à implémenter par l'émetteur sur la liaison particulière acheminant cette cellule ASM</p>

(voir § 6.6). Dans le cas des messages ASM transmis par le centre de commutation, ce champ doit être mis à la valeur 0.

Longueur	Longueur de la charge utile de la cellule ASM, y compris les octets réservés, mais non le code CRC. Mis à la valeur 0x28 dans tous les messages ASM.
CRC-32	La valeur attribuée à ce champ CRC est égale à celle obtenue en cas d'utilisation d'une sous-couche standard SAR AAL 5 pour générer le message d'état de cellule simple.

10 Initialisation

Un groupe associé de liaisons présente deux côtés: un côté "CC" (centre de commutation) et un côté "CPE" (équipement des locaux client). La procédure d'initialisation est définie ci-après:

- 1) les émetteurs-récepteurs de la couche Physique sont préparés individuellement. Lorsque chacun des canaux supports est devenu opérationnel, les entités gestion CC et CPE sont informées des paramètres (débit de données, marge, etc.);
- 2) lorsque la couche Physique a amorcé la phase active, le centre de commutation doit forcer son entité d'association homologue CPE dans l'état initialisation, en envoyant un message ASM de type "FF", ainsi que l'identificateur de groupe approprié sur chacune des liaisons actives. Si une entité gestion d'association reçoit un message ASM sans erreur, de type "FF", cette entité doit immédiatement arrêter d'acheminer le trafic de charge utile usagé et doit procéder à une réinitialisation;
- 3) l'entité gestion d'association CPE doit déterminer le groupement de ses canaux supports en groupes d'association, d'après les messages ASM entrants en provenance du centre de commutation. Ce processus est amorcé par l'entité gestion d'association du centre de commutation;
- 4) dès que chaque couche Physique se trouve en phase active, l'entité gestion d'association CC doit commencer la transmission des messages d'état autonomes dont l'identificateur du message n'a pas la valeur "FF" sur les liaisons vers l'aval d'un groupe d'association¹³. Le champ correspondant "Tx link status" des messages ASM doit être positionné de façon à indiquer que la liaison est disponible pour être mise en service, mais qu'elle n'est pas actuellement associée au groupe multipaire. L'entité gestion d'association de l'équipement CPE doit rester passive sur chacune de ses liaisons jusqu'à ce qu'elle ait reçu au moins un message ASM sans erreur sur chaque liaison configurée, le nombre de ces liaisons étant égal à la valeur du champ "Nombre de liaisons" dans chacun des messages ASM reçus, et les champs "Identificateur de groupe" ayant la même valeur.

Puisque l'entité gestion d'association de l'équipement CPE reçoit les messages ASM sans erreur, il les utilise pour communiquer à l'identificateur de groupe le format de cellule et les liaisons membres du groupe d'association. L'équipement CPE doit commencer à transmettre ses propres messages ASM sur une liaison particulière suite à la réception d'un message ASM validé et sans erreur sur toutes les liaisons configurées;

- 5) chaque entité gestion d'association doit utiliser les indications entrantes "Rx link status" (contenues dans les messages ASM entrants provenant de son homologue) pour choisir les liaisons émettrices candidates à l'acheminement du trafic de charge utile. Pour qu'une entité gestion d'association commence à émettre un trafic de charge utile sur une liaison, elle doit au préalable recevoir au moins un message ASM sans erreur de son homologue sur l'une

¹³ Lorsque chaque ligne achemine plusieurs supports, chaque support doit avoir un identificateur de groupe qui lui est propre.

quelconque des liaisons entrantes comportant dans le champ "Rx link status", correspondant à la liaison en question, mis à la valeur "choisie pour acheminer un trafic associé";

Les entités de gestion d'association CC ou CPE ne sont ni l'une ni l'autre autorisées à commencer l'émission d'un trafic de charge utile sur une liaison émettrice sortante, tant qu'elles n'ont pas reçu au moins un message ASM sur cette liaison particulière;

- 6) l'équipement CPE doit utiliser le support amont de même indice (numéro de support) que le support aval sur lequel le message ASM a été reçu;
- 7) au fur et à mesure de la réception de nouveaux messages ASM au cours de la durée de vie du groupe, les champs "identificateur de groupe", "nombre de liaisons" et "numéro de liaison émettrice" doivent être comparés aux valeurs correspondantes précédemment reçues. Si un défaut de correspondance est relevé, le déclenchement d'une alarme est possible à titre optionnel; de toutes façons, la transmission du trafic de charge utile doit être interrompue et toutes les liaisons associées doivent être mises hors service.

Lorsque l'association de lignes a été interrompue, les entités de gestion d'association doivent exécuter à nouveau le processus d'initialisation en positionnant la valeur du champ "type de message" sur "FF";

- 8) si la reconfiguration d'un paramètre quelconque s'impose à l'opérateur, notamment une modification de l'identificateur de groupe, l'entité gestion d'association CC doit réinitialiser le champ type de message en lui affectant la valeur "FF";
- 9) si à un moment quelconque une entité gestion d'association doit modifier l'une de ses indications "Rx link status", elle est alors libre de le faire à moins qu'un autre équipement de cette liste ne l'oblige à procéder autrement. Une fois la modification introduite, ce même champ "Rx link status" ne doit plus être modifié jusqu'à ce que trois messages ASM au moins contenant cette modification aient été transmis sur chacune des liaisons émettrices en service;
- 10) si une entité gestion d'association reçoit un message ASM sans erreur qui contient un champ "Rx link status" indiquant qu'une liaison émettrice actuellement en service ne doit pas être utilisée par le groupe associé pour acheminer un trafic de ce type, alors cette entité gestion d'association doit cesser d'envoyer le trafic de charge utile usager sur cette liaison émettrice, aussi vite que possible et doit mettre à jour la valeur de son propre champ "Tx link status";
- 11) tous les récepteurs doivent calculer les besoins d'après le débit de ligne actuel, le délai de ligne et les caractéristiques de gigue afin de déterminer si le pool tampon disponible est suffisant pour associer chacune des liaisons actuellement marquées comme étant disponibles à cet effet. Le récepteur doit veiller à ce que l'émetteur ne soit jamais autorisé à associer une combinaison de lignes susceptible de dépasser les capacités de mémoire tampon du récepteur. Le récepteur doit positionner la valeur du champ "mémoires tampons insuffisantes" à la valeur définie dans le message ASM, dès qu'une situation de ce type est détectée.

11 Gestion externe

Le présent paragraphe n'est pas censé fournir une spécification MIB détaillée concernant la gestion externe.

11.1 Primitives de l'interface OAM

La Figure 7 représente les signaux d'interface entre l'entité association multipaire fondée sur ATM et les fonctions de gestion externe. Chaque signal transporte plusieurs primitives ou paramètres.

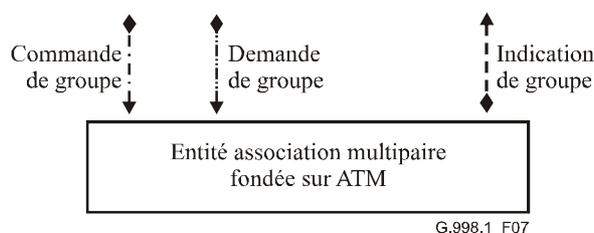


Figure 7/G.998.1 – Signaux d'interface OAM

Le signal Commande de groupe transmet des informations de contrôle à l'entité association afin de créer ou de retirer des groupes d'association. La liste des paramètres et des primitives figure au Tableau 4.

Tableau 4/G.998.1 – Signaux de commande de groupe

Primitives	Paramètres	Observations
Configuration/ reconfiguration de groupe	Identificateur de groupe d'association	
	Numéro(s) de ligne	Numéro de ligne + numéro de support identifie une liaison membre
	Numéro(s) de support	
	Débit agrégé maximal	Ce paramètre peut être positionné sur la valeur infinie, de façon à ce qu'il ne soit pas pris en compte. Valeurs différentes vers l'amont et vers l'aval.
	Débit agrégé minimal	Tout débit inférieur au débit minimal doit entraîner la défaillance d'un groupe associé. Valeurs différentes vers l'amont et vers l'aval.
	Tolérance de délai différentiel	Inclut la variance du délai de bout en bout pour les besoins de dimensionnement de la mémoire tampon d'agrégation. Valeurs différentes vers l'amont et vers l'aval.
Retrait du groupe	Identificateur du groupe d'association	

Le signal Demande de groupe permet de demander des renseignements concernant le statut OAM du groupe d'association. La liste des primitives figure au Tableau 5.

Tableau 5/G.998.1 – Signal de demande de groupe

Primitives	Observations
Interrogation concernant le fonctionnement du groupe	Réponse au Tableau 6
Interrogation concernant les performances du groupe	Réponse au Tableau 6

Le signal Indication de groupe permet de notifier le statut OAM du groupe d'association. La liste des primitives et des paramètres figure au Tableau 6. Les mesures de performance sont cumulées sur des intervalles de 15 minutes et de 24 heures.

Tableau 6/G.998.1 – Signal Indication de groupe

Primitives	Paramètres	Observations
Fonctionnement du groupe état	Etat du groupe	Opérationnel, non disponible
	Débit agrégé obtenu	Débit agrégé du groupe actuellement atteint. Valeurs différentes vers l'amont et vers l'aval.
Performance du groupe	Compte de perte de cellules du groupe	Nombre de cellules perdues au niveau de la couche d'agrégation pendant l'intervalle d'accumulation des mesures. Valeurs différentes vers l'amont et vers l'aval.

Les données de performances relatives aux liaisons associées peuvent être obtenues à partir des éléments MIB relatifs à chaque couche physique, définis dans la Rec. UIT-T G.997.1.

11.2 Canal OAM entre système NMS et entité association

La Figure 8 représente un exemple de canal OAM entre un système NMS et l'entité association, destiné à l'acheminement des informations OAM relatives à la liaison multipaire. Dans cet exemple, la gestion de l'unité d'association utilise le protocole SNMP, lui-même transporté en mode ATM vers un terminal NT¹⁴. L'observation de la présente Recommandation n'exige pas l'utilisation du protocole SNMP.

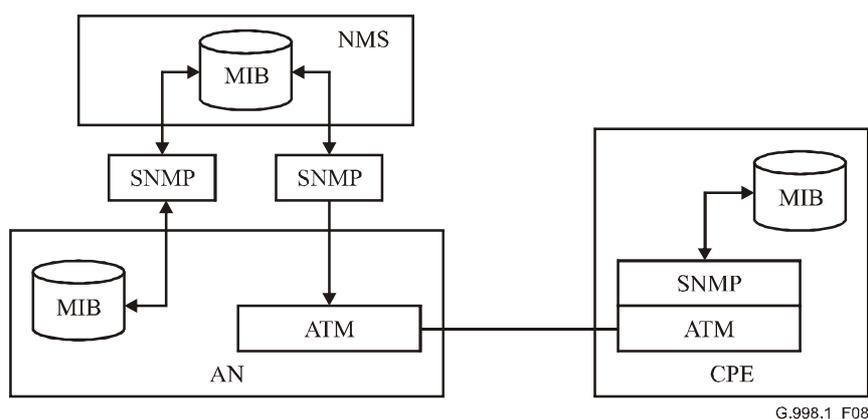


Figure 8/G.998.1 – Canal OAM entre un système NMS et une entité association

11.3 Adaptation du débit de cellule

Une fois menée à bien la configuration/reconfiguration d'un groupe associé, le débit agrégé obtenu doit être notifié au contrôle CAC à des fins de gestion des connexions. En fonctionnement normal, le débit agrégé d'un groupe d'association, obtenu peut varier du fait d'un dérangement temporaire ou du rétablissement d'une ligne. Les entités association multipaire doivent notifier toute modification de débit au moyen de signaux d'interface standard. Etant donné que le traitement du contrôle CAC et du mécanisme de transmission des messages dépend de l'implémentation, les modalités de gestion du trafic exigées par les variations du débit sont laissées au choix des implémentateurs.

¹⁴ Les éléments MIB d'une liaison multipaire peuvent être transportés vers un équipement CPE par un trajet ATM de façon à permettre l'optimisation de la liaison multipaire au niveau des équipements CPE.

11.4 Eléments MIB

11.4.1 Configuration de groupe

- 1) *Identificateur de groupe*
Identificateur permettant d'identifier de façon univoque un groupe d'association.
- 2) *Numéro de ligne*
ID identifiant de façon univoque une ligne ADSL.
- 3) *Numéro de support*
Le numéro de support défini dans la Rec. UIT-T G.994.1. La combinaison du numéro de ligne et du numéro de support désigne une liaison à associer.
- 4) *Débit agrégé de données maximal (bit/s)*
Il s'agit du débit de données net maximal qu'un groupe associé peut atteindre pour acheminer un flux ATM. Des liaisons ne doivent pas être désactivées pour vérifier cette règle. Par ailleurs, l'implémentation de cette fonctionnalité ne relève pas du domaine d'application de la présente Recommandation. Il n'est pas tenu compte de ce paramètre lorsqu'il est mis à la valeur "infini". Les valeurs sont différentes vers l'amont et vers l'aval.
- 5) *Débit agrégé de données minimal (bit/s)*
Il s'agit du débit net minimal de données qu'un groupe associé doit atteindre pour acheminer un flux ATM. Ce paramètre prend des valeurs différentes vers l'amont et vers l'aval.
- 6) *Tolérance de délai différentiel (ms)*
Il s'agit du délai différentiel maximal entre les liaisons membres d'un groupe associé. Les valeurs peuvent être différentes vers l'amont et vers l'aval.

11.4.2 Performance du groupe

- 1) *Débit agrégé de données atteint (bit/s)*
Il s'agit du débit net de données atteint effectivement par un groupe associé. Celui-ci peut varier en fonction des conditions d'utilisation dynamique de la liaison. Ce paramètre prend des valeurs différentes vers l'amont et vers l'aval.
- 2) *Etat du groupe*
Deux états du groupe sont définis: opérationnel et non disponible. Un groupe est considéré comme non disponible lorsque ses paramètres ne vérifient pas les valeurs de la configuration correspondante.
- 3) *Temps de fonctionnement du groupe*
Il s'agit de la durée cumulée de fonctionnement normal d'un groupe associé (en état opérationnel). Obtenu à partir de l'état du groupe.
- 4) *Compte de perte de cellules émettrices du groupe*
Nombre total de cellules perdues à la sortie agrégée d'un groupe associé pendant l'intervalle d'accumulation des mesures. Les valeurs sont différentes vers l'amont et vers l'aval.

11.4.3 Dérangements du groupe

- 1) *Cause du dérangement actuel du groupe*
Indique la cause de l'état actuel de dérangement du groupe: débit de données minimal non atteint, tolérance de délai différentiel dépassée. Les implémentations dont les mécanismes de panne sont différents peuvent afficher la valeur "Autres".

- 2) *Compte de dérangements du groupe*
Compte le nombre de fois qu'un groupe est déclaré non disponible pendant la période d'accumulation des mesures.
- 3) *Durée en secondes de non-disponibilité du groupe*
Durée exprimée en secondes pendant laquelle un groupe associé est indisponible au cours de la période d'accumulation des mesures.

Appendice I

Procédure optionnelle d'initialisation destinée à faciliter l'utilisation optimale des ressources spectrales

La mise en place satisfaisante d'un groupe associé est conditionnée par le soin apporté et la planification et la configuration à tous les niveaux d'un système d'accès. La série de Recommandations DSL (G.99x) fournit les procédures permettant à un système NMS de valider la création d'un groupe d'association multipaire fondée sur ATM. On trouvera ci-dessus la description de l'ensemble de ce processus¹⁵:

- 1) sur la base des spécifications de l'application, calculer les valeurs prescrites du débit agrégé et de la tolérance de variance;
- 2) choisir les lignes à associer et déterminer les valeurs correspondantes des capacités de débit amont et aval et des délais. Si nécessaire, préparer préalablement les lignes candidates en appliquant les procédures standard détaillées de l'initialisation, les procédures d'initialisation abrégées/rapides ou les procédures de diagnostic des circuits;
- 3) traiter, dans le système NMS, les valeurs ci-dessus et mettre au point les profils de configuration des émetteurs-récepteurs DSL candidats. Chaque profil doit contenir toutes les valeurs nécessaires des paramètres de configuration amont/aval définis dans la Rec. UIT-T G.997.1. Parmi celles-ci figurent le débit net de données minimal/maximal, la protection minimale contre le bruit impulsionnel¹⁶ et les valeurs minimales/maximales du délai¹⁷ qui, s'il y a lieu, doivent être adaptées de façon à correspondre globalement aux spécifications de débit agrégé du groupe associé et de tolérance quant à la variance du délai;
- 4) les profils de configuration sont transmis aux unités xTU-C. Les paramètres de configuration DSL adaptés à la liaison multipaire sont échangés entre les unités xTU-C et xTU-R au moyen de la procédure de prise de contact G.994.1, de sorte que les

¹⁵ Ces lignes directrices sont présentées à titre informatif et ne constituent pas un élément normatif de la Recommandation. En règle générale, un groupe associé peut toujours être constitué sur des lignes déjà préparées, sans aucune modification, dans la mesure où le débit agrégé résultant et la variance du délai s'avèrent acceptables.

¹⁶ La Rec. UIT-T G.992.3 recommande de faire prévaloir l'observation de la protection minimale contre le bruit impulsionnel sur la contrainte de délai maximal en cas de conflit.

¹⁷ La Rec. UIT-T G.997.1 n'inclut pas actuellement d'éléments MIB en ce qui concerne la valeur minimale du délai. Sa valeur doit être définie.

émetteurs-récepteurs DSL puissent être initialisés et prendre en charge les spécifications de débit agrégé du groupe associé et de variance du délai¹⁸;

- 5) une fois les liaisons établies et en état de fonctionner, le système de gestion NMS envoie une instruction de configuration de liaison à l'entité de liaison de l'extrémité proche afin d'amorcer une procédure d'initialisation de liaison;
- 6) si l'initialisation de la liaison est menée à bien, l'entité gestion d'association envoie au système une mise à jour d'état de fonctionnement de groupe pour qu'il soit prêt à l'établissement des connexions ATM. En cas d'échec, répéter les étapes 1 à 5, en introduisant les modifications appropriées des paramètres de configuration DSL.

Appendice II

Exemple d'initialisation concernant le protocole d'association multipaire fondée sur ATM

Considérons par hypothèse l'exemple suivant de procédure d'initialisation:

- deux lignes (L1, L2) dont chacune est préparée pour l'utilisation de deux supports (B0, B1) dans le sens amont (US) et aval (DS);
- configuration du groupe d'association suivant: {DS: L1B0 L2B0; US: L1B0 L2B0}.

Un deuxième groupe d'association pourrait être configuré comme suit: {DS: L1B1 L2B1; US: L1B1 L2B1}: ce qui n'a pas vraiment d'incidence sur la suite de l'exposé, dans la mesure où le deuxième groupe est indépendant du premier.

Notes concernant le chronogramme de la Figure II.1 ci-après:

¹⁸ A titre optionnel, les paramètres de configuration adaptés à l'association multipaire peuvent être transmis à l'entité de liaison de l'extrémité distante, par le canal OAM de liaison, pour que l'optimisation de la liaison commune multipaire basée sur le récepteur permette une meilleure efficacité accrue en termes de débit/puissance par une sorte de procédure de double préparation des lignes DSL. La procédure dépend du fournisseur, son application est laissée à la discrétion de l'implémentateur.

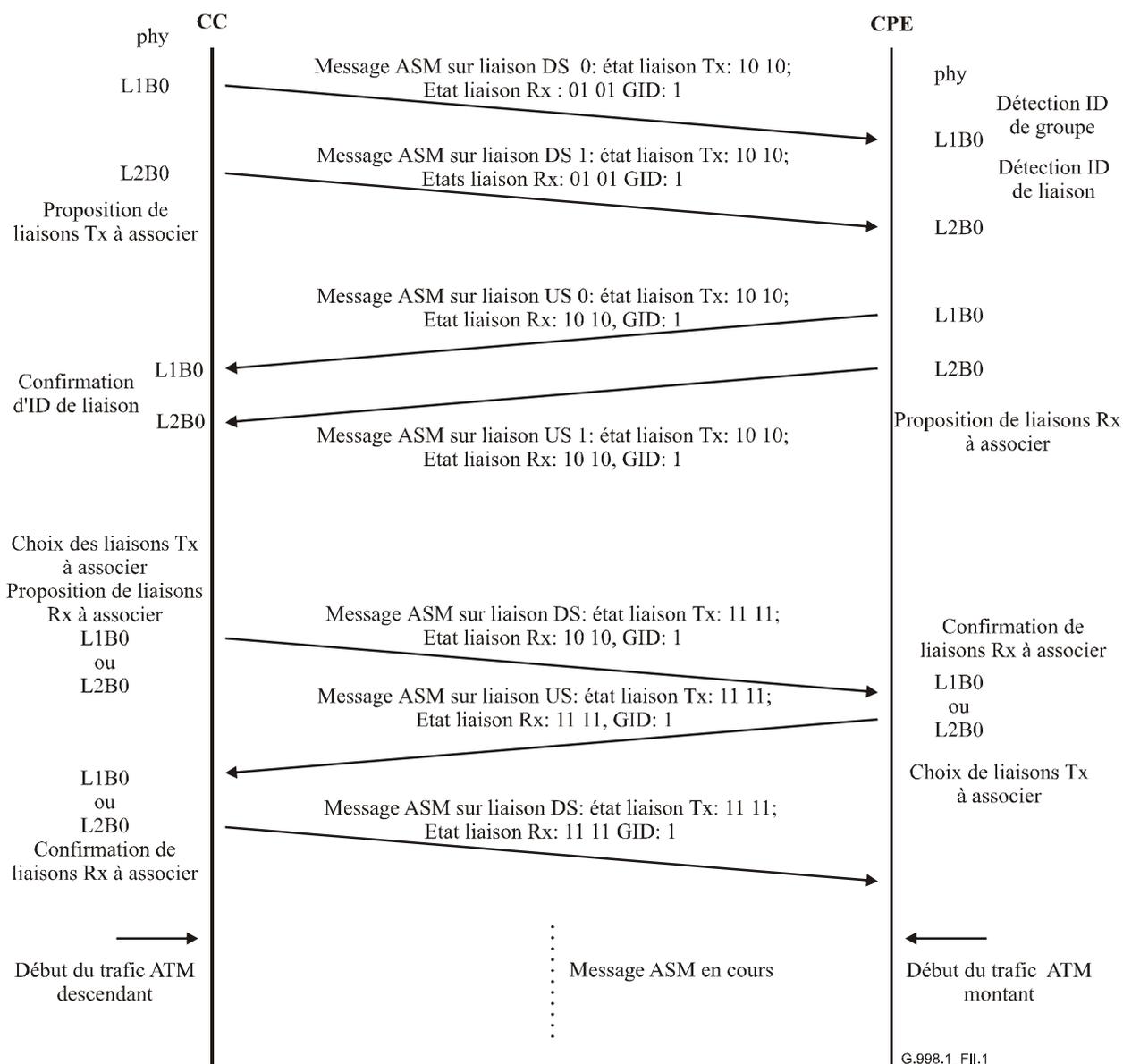


Figure II.1/G.998.1 – Exemple de flux de messages ASM au cours de la phase d'initialisation

Le processus commence avec l'envoi par le centre de commutation d'un message ASM sur chaque liaison du groupe associé. Ce message comporte un champ "Tx link status" mis à la valeur "10" ou "01" pour chaque port du groupe, tandis que l'identificateur de groupe, le format d'en-tête de cellule et le numéro de liaison sont positionnés en fonction du groupe, du format d'en-tête de cellule et de la liaison considérés. Le champ "Rx link status" est positionné sur la valeur "01" (ou "00" si la liaison n'est pas configurée) pour chaque liaison à ce stade.

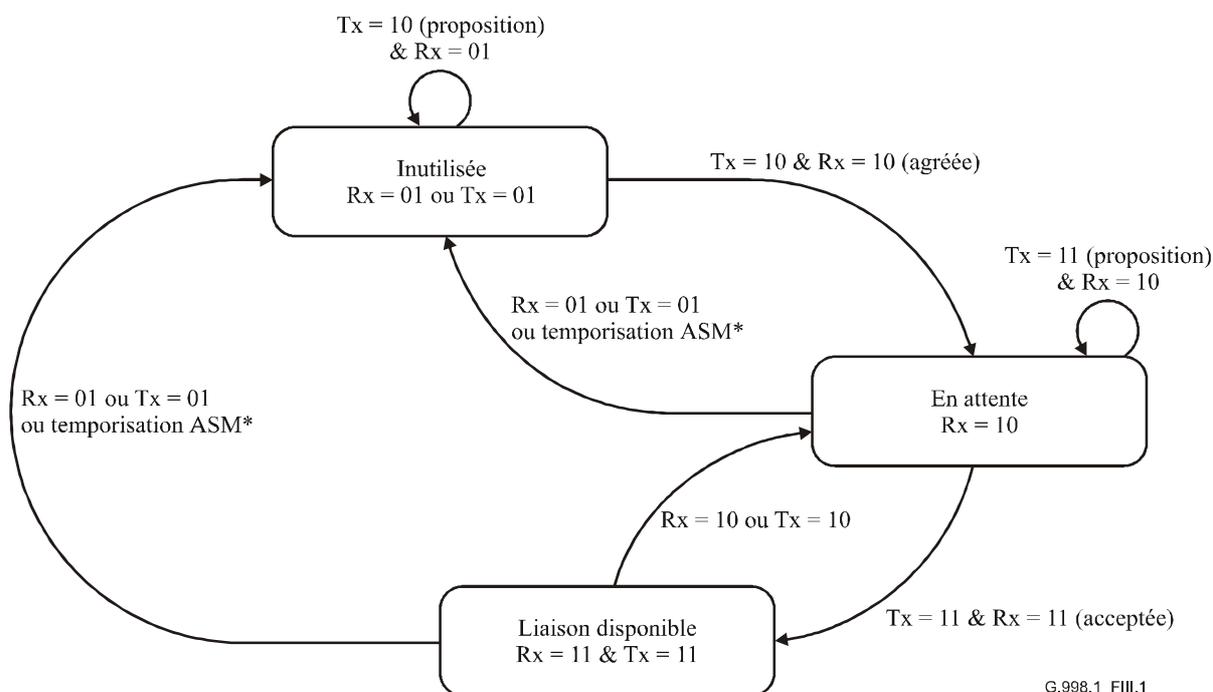
- 1) Après réception au niveau de l'équipement CPE du premier message ASM sans erreur sur la liaison descendante, l'équipement CPE est informé de l'identificateur de groupe, du format d'en-tête de cellule de la ligne physique/support utilisé par le message entrant, du numéro des supports du groupe proposé, ainsi que du support choisi vers l'amont pour cette liaison du groupe. N'étant pas informé de la ligne physique/support sur lequel les autres liaisons du groupe seront mappées, il n'est pas encore en mesure de décider de l'état Rx link proposé pour ces liaisons.

- 2) Lorsque l'équipement CPE a été informé de tous les mappages de liaison, il envoie dans le sens descendant une proposition d'ensemble de lignes à associer, en positionnant la valeur du champ "Rx link status" sur "10". Cet ensemble est identique (ou en constitue un sous-ensemble) à l'ensemble des liaisons qui ont reçu un message comportant le champ "Tx link status" mis à la valeur "10". Normalement, ces deux ensembles sont identiques, sauf si l'équipement CPE cherche à exclure l'une des liaisons du groupe pour une raison particulière.
- 3) Ce message ASM est envoyé sur toutes les liaisons désignées par le numéro approprié; il confirme les mappages de liaison et transmet les liaisons réceptrices proposées en vue d'une association dans le sens descendant. A ce stade, il existe un mappage complet des liaisons vers les lignes physiques/supports au niveau du centre de commutation comme au niveau de l'équipement CPE.
- 4) A ce stade, le centre de commutation choisit l'ensemble de lignes qu'il souhaite associer dans le sens descendant à partir de l'ensemble Rx proposé, reçu de l'équipement CPE, en positionnant la valeur "Tx status link" sur "11" pour ces liaisons. Simultanément, il envoie une proposition d'ensemble de liaisons Rx vers l'amont susceptibles d'être associées (statut Rx link mis à la valeur "10"), qui est identique (ou qui en constitue un sous-ensemble) à l'ensemble des liaisons pour lequel un message a été reçu avec un champ "Tx link status" mis à la valeur "10".
- 5) L'équipement CPE confirme le choix du groupe d'association dans le sens descendant en envoyant un message ASM dont le champ "Rx link status" est mis à la valeur "11" et choisit en outre les liaisons vers l'amont qu'il souhaite associer en mettant le champ "Tx link status" à la valeur "11".
- 6) Si la valeur du champ "Rx link status" des messages reçus au niveau du centre de commutation est mise à la valeur "11" sur toutes les liaisons d'un groupe et si le centre de commutation a précédemment envoyé une valeur "Tx link status" égale à "11" sur ces liaisons, alors la création du groupe d'association dans le sens descendant est confirmée et le trafic correspondant peut commencer sur toutes les liaisons concernées. En cas de discordance des valeurs d'état contenues dans ces champs, le groupe d'association dans le sens descendant peut néanmoins être confirmé, si le débit agrégé aval vérifie certaines conditions, dans la mesure où aucun trafic ne passera par la liaison dont les valeurs "Tx link status" et "Rx link status" diffèrent de "11", conformément au § 6.4. Alors le nombre de liaisons acheminant le trafic associé vers l'aval sera inférieur au nombre configuré, dans une situation semblable à celle observée en cas de retrait d'une liaison de l'ensemble acheminant le trafic associé au cours d'une phase active.
- 7) A ce stade, le centre de commutation confirme également le choix du groupe d'association vers l'amont en envoyant un message ASM dont le champ "Rx link status" est mis à la valeur "11".
- 8) Si la valeur du champ "Rx link status" et celle du champ "Tx link status" précédemment envoyée correspondent au niveau de l'équipement CPE, la création du groupe d'association vers l'amont est confirmée et le trafic montant peut commencer. En cas de discordance de ces valeurs, le groupe d'association vers l'amont peut encore être confirmé, si du moins le trafic agrégé vers l'amont répond à certaines conditions; en effet aucun trafic ne circulera sur la liaison dont le champ "Tx link" est mis à la valeur "11", tandis que "Rx link status" diffère de "11" tel qu'indiqué au § 6.4. Dans ce cas, le nombre de liaisons acheminant le trafic associé vers l'amont sera inférieur à la valeur configurée, comme dans la situation où une liaison est retirée de l'ensemble qui achemine le trafic associé au cours d'une phase active.

Appendice III

Automate à états finis d'une liaison

La Figure III.1 représente les transitions d'état d'une liaison configurée et indique les conditions nécessaires pour autoriser le passage d'un état de liaison à l'état suivant, selon la valeur attribuée aux champs "Tx link status" et "Rx link status". En ce qui concerne l'émetteur, lorsque les champs "Tx link status" et "Rx link status" sont conjointement mis à la valeur "11" et si l'émetteur reçoit une valeur quelconque à affecter au champ "Rx link status" différente de "11", alors l'émetteur cesse d'acheminer le trafic associé sur cette liaison. Dans tous les autres cas, la réception de ces signaux "Rx link status" ne suffit pas à forcer un changement d'état, puisque ce dernier s'effectue à la discrétion de l'extrémité locale. L'émetteur ou le récepteur de l'extrémité proche peuvent passer de façon autonome à un état Tx ou Rx de niveau inférieur. Le Tableau III.1 donne également des informations complémentaires sur les combinaisons d'états non définis de la liaison. Tx = 11 et Rx = 11 correspond à la seule situation dans laquelle des données associées sont acheminées sur un circuit. Bien que la situation Tx = 00 et Rx = 00 ne soit pas validée et bien qu'elle soit par conséquent autorisée, elle ne figure pas sur le schéma des transitions d'état de la liaison, puisqu'elle correspond à une liaison non configurée, c'est-à-dire à une liaison ne faisant pas partie du groupe.



G.998.1_FIII.1

Noter que le passage à un état de liaison supérieur exige des conditions concernant simultanément Tx et Rx, tandis que le passage à un état de liaison inférieur exige des conditions concernant soit Tx, soit Rx.

* Bien que la temporisation ASM ne soit pas explicitement définie dans la présente Recommandation, cet exemple d'implémentation d'automate à états finis montre la possibilité d'utilisation d'une temporisation ASM pour exécuter des changements d'état.

Figure III.1/G.998.1 – Automate à états finis d'une liaison

Tableau III.1/G.998.1 – Etats non définis de la liaison

Tx	Rx	Cause de non définition
00	Pas "00"	Non autorisée. Une liaison non configurée le restera toujours. Rx et Tx concordent en cas de non-configuration.
Pas "00"	00	
01	10	Rx ne peut envisager l'association multipaire de la liaison si elle n'est pas proposée par Tx.
01	11	Rx ne peut passer à l'état "choisie" si Tx n'a pas le même état.
10	11	Rx ne peut passer à l'état "choisie" si Tx n'a pas le même état.
11	01	Tx ne peut passer à l'état "choisie" sauf confirmation par Rx.

Appendice IV

Exemple d'algorithme de calcul du délai de bout en bout

L'application de liaison réceptrice choisira l'une des lignes associées comme liaison de référence. Supposons que la liaison de référence soit la liaison 0.

On peut calculer comme suit le délai différentiel sans compensation:

- 1) calculer un délai de propagation sans compensation;
- 2) calculer le délai différentiel sans compensation;
- 3) calculer le délai différentiel moyen sans compensation.

Puisque l'objectif final consiste à évaluer le délai différentiel, le délai de propagation sans compensation pour la liaison I se calcule comme suit:

$$Pd(I,t) = timestamp(K(I,t)) - arrival(K(I,t)) - appliedDelay(K(I,t))$$

avec:

- $Pd(I,t)$ délai de propagation sans compensation sur la liaison I à l'instant t
- $K(I,t)$ indice de la dernière cellule ASM reçue sur la liaison I à l'instant t
- $timestamp(k)$ horodateur placé dans le message ASM d'indice k
- $arrival(k)$ valeur du temps local au moment de la réception du message ASM d'indice k
- $appliedDelay(k)$ valeur du champ *appliedDelay* dans le message ASM d'indice k

A peu près toutes les secondes, le délai différentiel instantané sans compensation est calculé comme suit:

$$Idd(I,t) = Pd(I,t) - Pd(0,t)$$

avec

- $Idd(I,t)$ délai différentiel instantané sans compensation pour la liaison I à l'instant t. le délai différentiel est calculé en considérant la liaison de référence 0
- $Pd(I,t)$ est calculé tel qu'indiqué plus haut

On peut calculer le délai différentiel moyen sans compensation comme la valeur moyenne du délai différentiel instantané sans compensation, sur les n dernières secondes. Cette mise en moyenne a pour objectif d'éliminer l'élément gigue du délai. La compensation n'est pas prise en compte de façon à avoir une valeur moyenne indépendante des différents délais supplémentaires appliqués à chaque ligne. Le délai différentiel de la ligne I après compensation entre les lignes est égal à:

$$\text{diffDelay}(I, t) = \overline{\text{Idd}}(I) + \text{appliedDelay}(I, t) - \text{appliedDelay}(0, t)$$

BIBLIOGRAPHIE

- [B1] ATM Forum Specification af-phy-0086.001 (1999), *Inverse Multiplexing for ATM (IMA) Specification Version 1*.

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