



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

I.381

(03/2001)

SÉRIE I: RÉSEAU NUMÉRIQUE À INTÉGRATION DE
SERVICES

Aspects généraux et fonctions globales du réseau –
Fonctions et caractéristiques générales du réseau

**Qualité de fonctionnement de la couche
d'adaptation ATM**

Recommandation UIT-T I.381

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE I
RÉSEAU NUMÉRIQUE À INTÉGRATION DE SERVICES

STRUCTURE GÉNÉRALE	
Terminologie	I.110–I.119
Description du RNIS	I.120–I.129
Méthodes générales de modélisation	I.130–I.139
Attributs des réseaux et des services de télécommunication	I.140–I.149
Description générale du mode de transfert asynchrone	I.150–I.199
CAPACITÉS DE SERVICE	
Aperçu général	I.200–I.209
Aspects généraux des services du RNIS	I.210–I.219
Aspects communs des services du RNIS	I.220–I.229
Services supports assurés par un RNIS	I.230–I.239
Téléservices assurés par un RNIS	I.240–I.249
Services complémentaires dans le RNIS	I.250–I.299
ASPECTS GÉNÉRAUX ET FONCTIONS GLOBALES DU RÉSEAU	
Principes fonctionnels du réseau	I.310–I.319
Modèles de référence	I.320–I.329
Numérotage, adressage et acheminement	I.330–I.339
Types de connexion	I.340–I.349
Objectifs de performance	I.350–I.359
Caractéristiques des couches protocolaires	I.360–I.369
Fonctions et caractéristiques générales du réseau	I.370–I.399
INTERFACES UTILISATEUR-RÉSEAU RNIS	
Application des Recommandations de la série I aux interfaces utilisateur-réseau RNIS	I.420–I.429
Recommandations relatives à la couche 1	I.430–I.439
Recommandations relatives à la couche 2	I.440–I.449
Recommandations relatives à la couche 3	I.450–I.459
Multiplexage, adaptation de débit et support d'interfaces existantes	I.460–I.469
Aspects du RNIS affectant les caractéristiques des terminaux	I.470–I.499
INTERFACES ENTRE RÉSEAUX	
PRINCIPES DE MAINTENANCE	
ASPECTS ÉQUIPEMENTS DU RNIS-LB	
Équipements ATM	I.730–I.739
Fonctions de transport	I.740–I.749
Gestion des équipements ATM	I.750–I.759
Aspects multiplexage	I.760–I.769

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

Qualité de fonctionnement de la couche d'adaptation ATM

Résumé

On trouvera dans la présente Recommandation une méthode permettant de décrire la qualité de fonctionnement des processus AAL. Cette démarche correspond au besoin, fondé sur des expériences de terrain, d'un examen plus attentif des aspects de qualité de fonctionnement associés à certaines applications spécifiques de la technologie de réseau ATM. La méthode présentée ici fournit un cadre unifié pour la description de la qualité de fonctionnement des processus dépendant d'une couche AAL de type 1 (AAL-1), de type 2 (AAL-2), de type 3/4 (AAL-3/4), de type 5 (AAL-5) ou éventuellement d'un autre type de couche AAL. Pour chaque couche AAL, les paramètres descriptifs des caractéristiques de pertes et de temps de transfert feront l'objet d'étude ultérieure. Ces paramètres correspondent aux caractéristiques de transfert de cellules ATM et font l'objet de l'UIT-T I.356.

Source

La Recommandation I.381 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 13 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 1 mars 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Mots clés

Couche d'adaptation au mode ATM (AAL, *ATM adaptation layer*), émulation de circuit, événement de référence, événement de référence d'unité PDU (PRE, *PDU reference event*), événement de référence interne (IRE, *internal reference event*), point de mesure (MP, *measurement point*), qualité de service (QS), résultats de transfert d'unité PDU pour la couche AAL, service à débit constant (CBR, *constant bit rate service*).

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.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2001

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Abréviations et acronymes.....	2
4	Introduction.....	2
5	Généralités relatives à la description de la qualité de fonctionnement des processus de couche AAL.....	3
5.1	Généralités relatives aux définitions d'événement de référence interne pour tous les types de couches AAL.....	7
5.2	Evénements de référence interne pour une couche AAL de type 1	10
5.2.1	Applications d'émulation de circuit non structurées.....	10
5.2.2	Applications d'émulation de circuit structurée	14
5.3	Evénements de référence interne pour une couche AAL de type 2.....	14
5.3.1	Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence propre au service est nulle	14
5.3.2	Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence propre au service n'est pas nulle	15
5.4	Evénements de référence interne pour une couche AAL de type 3/4.....	15
5.5	Evénements de référence interne pour une couche AAL de type 5.....	15
6	Résultats de transfert d'unité PDU de la couche AAL.....	15
6.1	Résultats de transfert d'unité PDU pour les applications d'émulation de circuit non structurée de couche AAL de type 1	16
6.1.1	Applications d'émulation de circuit non structuré	16
6.1.2	Applications d'émulation de circuit structuré	16
6.2	Résultats de transfert d'unité PDU pour une couche AAL de type 2.....	16
6.2.1	Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence spécifique au service est nulle	16
6.2.2	Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence spécifique au service n'est pas nulle	16
6.3	Résultats de transfert d'unité PDU pour une couche AAL de type 3/4.....	16
6.4	Résultats de transfert d'unité PDU pour une couche AAL de type 5.....	16
7	Paramètres de qualité de fonctionnement de la couche AAL.....	19
7.1	Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 1	19
7.1.1	Applications d'émulation de circuit	19
7.2	Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 2.....	19
7.2.1	Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence de service spécifique est nulle	19

	Page
7.2.2 Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence de service spécifique n'est pas nulle	19
7.3 Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 3/4.....	19
7.4 Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 5	19
7.4.1 Paramètre de perte d'information pour une couche AAL de type 5	19
7.4.2 Paramètre de retard d'information pour la couche AAL de type 5	22
8 Objectifs de qualité de fonctionnement de la couche AAL	22
9 Allocation des objectifs de qualité de fonctionnement.....	22

Qualité de fonctionnement de la couche d'adaptation ATM

1 Domaine d'application

On trouvera dans la présente Recommandation une méthode permettant de décrire la qualité de fonctionnement des processus AAL. Cette démarche correspond au besoin, fondé sur des expériences de terrain, d'un examen plus attentif des aspects de qualité de fonctionnement associés à certaines applications spécifiques de la technologie de réseau ATM. La méthode présentée ici fournit un cadre unifié permettant la description de la qualité de fonctionnement d'un processus dépendant d'une couche AAL de type 1 (AAL-1) [2], de type 2 (AAL-2) [3], de type 3/4 (AAL-3/4) [4], de type 5 (AAL-5) [5] ou éventuellement d'un autre type de couche AAL. On définit dans la présente Recommandation les points de mesure et les événements de référence pour tous les types de couches AAL, que l'on utilise pour la définition des résultats de transfert d'unité PDU et la définition des paramètres de qualité de fonctionnement de couche ALL de type 5 (le cas des couches AAL de type différent fera l'objet d'étude ultérieure).

2 Références normatives

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

- [1] UIT-T I.363 (1993), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB.*
- [2] UIT-T I.363.1 (1996), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB: AAL de type 1.*
- [3] UIT-T I.363.2 (2000), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB AAL de type 2.*
- [4] UIT-T I.363.3 (1996), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB: AAL de type 3/4.*
- [5] UIT-T I.363.5 (1996), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB: AAL de type 5.*
- [6] UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB.*
- [7] UIT-T I.371 (2000), *Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB.*
- [8] UIT-T I.350 (1993), *Aspects généraux relatifs à la qualité de service et à la performance des réseaux numériques, y compris les RNIS.*
- [9] UIT-T I.353 (1996), *Événements de référence permettant de définir les paramètres de performance du RNIS et du RNIS-LB.*
- [10] UIT-T G.823 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*
- [11] UIT-T G.824 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s.*

3 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AAL	couche d'adaptation au mode ATM (<i>ATM adaptation layer</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CBR	débit constant (<i>constant bit rate</i>)
CDV	variation du temps de propagation des cellules (<i>cell delay variation</i>)
CER	taux d'erreurs de cellules (<i>cell error ratio</i>)
CLR	taux de perte de cellules (<i>cell loss ratio</i>)
CMR	débit de cellules mal insérées (<i>cell misinsertion rate</i>)
CPCS	sous-couche de convergence de partie commune (<i>common part convergence sublayer</i>)
CPS	sous-couche de sous-système commun (<i>common part sublayer</i>)
CS	sous-couche de convergence (<i>convergence sublayer</i>)
MP	point de mesure (<i>measurement point</i>)
PCI	information de commande de protocole (<i>protocol control information</i>)
PDU	unité de données protocolaire (<i>protocol data unit</i>)
PRE	événement de référence d'unité PDU (<i>PDU reference event</i>)
SAP	point d'accès au service (<i>service access point</i>)
SAR	sous-couche segmentation et réassemblage (<i>segmentation and reassembly sublayer</i>)
SDU	unité de données de service (<i>service data unit</i>)
SECBR	taux de blocs de cellules sévèrement erroné (<i>severely errored cell block ratio</i>)
SRE	événement de référence d'unité SDU (<i>SDU reference event</i>)
SSCS	sous-couche de convergence propre au service (<i>service specific convergence sublayer</i>)
VBR	débit variable (<i>variable bit rate</i>)
VC	voie virtuelle (<i>virtual channel</i>)
VP	conduit virtuel (<i>virtual path</i>)

4 Introduction

La présente Recommandation contient des spécifications relatives à une méthode permettant la description de la qualité de fonctionnement des processus AAL [1]. Elle répond au besoin, fondé sur des expériences de terrain, d'un examen plus attentif des aspects de qualité de fonctionnement associés à certaines applications spécifiques de la technologie de réseau ATM. Il est nécessaire de disposer d'un outil de description normalisé des aspects de qualité de fonctionnement associés à des processus de couche d'adaptation au mode ATM (AAL). La méthode présentée ici fournit un cadre unifié permettant la description de la qualité de fonctionnement d'un processus dépendant d'une couche AAL de type 1 (AAL-1) [2], de type 2 (AAL-2) [3], de type 3/4 (AAL-3/4) [4], de type 5 (AAL-5) [5] ou éventuellement d'un autre type de couche AAL.

La description de la qualité de fonctionnement fournie par des types de couches AAL spécifiques est importante pour caractériser et mesurer la qualité de fonctionnement de service de certaines applications ou services de télécommunication spécifiques pris en charge en totalité ou en partie par les techniques de télécommunication fondées sur l'ATM. Ces applications pouvant être de nature très diverse, il est généralement nécessaire de procéder à une analyse de qualité de fonctionnement

spécifique à chaque application. S'il existe une façon normalisée de décrire la qualité de fonctionnement au niveau d'une couche ATM [6], l'analyse de qualité de fonctionnement d'une application ATM donnée doit à présent invoquer des méthodes spécialisées tenant compte des aspects pertinents de la couche AAL particulière utilisée dans cette application. La présente Recommandation fournit un cadre unifié pour la description de qualité de fonctionnement d'une application quelconque fondée sur le mode ATM par le biais d'une approche utilisant des méthodes normalisées jusqu'au point où des actions de couches AAL ont été effectuées.

Citons à présent quelques exemples illustrant la nature diverse des applications prises en charge par des couches AAL de divers types. Une couche AAL-1 prend en charge des applications de débit déterministe qui sont en général sensibles à la variation de temps de propagation des cellules. Une couche AAL-2 doit assurer une transmission efficace en terme de largeur de bande pour des applications par paquets courts, à faible débit et sensibles au temps de transfert [3]; elle doit également pouvoir prendre en charge des utilisations en essor telles que les applications hertziennes associées au mode ATM. Les processus de couches AAL-5 jouent un rôle significatif dans le domaine des applications ATM en vogue et émergentes, parmi lesquelles on compte les services de protocole de commande de transmission/protocole Internet (TCP/IP, *transmission control protocol/Internet protocol*) assurés par les équipements de réseau de type ATM, ainsi que la capacité de transfert de débit binaire disponible (ABR) de type ATM [7].

Dans la présente Recommandation, on examine en premier lieu certains aspects généraux de la description de la qualité de fonctionnement dans la mesure où ces aspects se rapportent aux processus AAL. La question de l'élaboration des événements de référence appropriés à la mesure d'un processus AAL est traitée tant sous l'angle du point d'accès au service (SAP, *service access point*) de la couche AAL que sous celui des points de mesure actuellement choisis au sein des réseaux de télécommunication. On se propose ensuite dans la présente Recommandation d'établir une méthode de description de la qualité de fonctionnement des processus AAL conforme à la structure générale figurant de l'UIT-T I.350 [8] et à l'utilisation des événements de référence spécifiés dans l'UIT-T I.353 [9].

Pour le reste, la présente Recommandation est organisée de la manière décrite ci-après. Le paragraphe 5 est consacré à une discussion générale de la description de la qualité de fonctionnement de la couche AAL considérée. On y trouvera les définitions des points de mesure appropriés, des événements de référence d'unités PDU, ainsi que des événements de référence interne pour chaque type de couche AAL. Une discussion relative aux divers résultats de transfert d'unité PDU pour la couche AAL fait ensuite l'objet du paragraphe 6. Le paragraphe 7 traite enfin des paramètres de qualité de fonctionnement de chaque type de couche AAL.

5 Généralités relatives à la description de la qualité de fonctionnement des processus de couche AAL

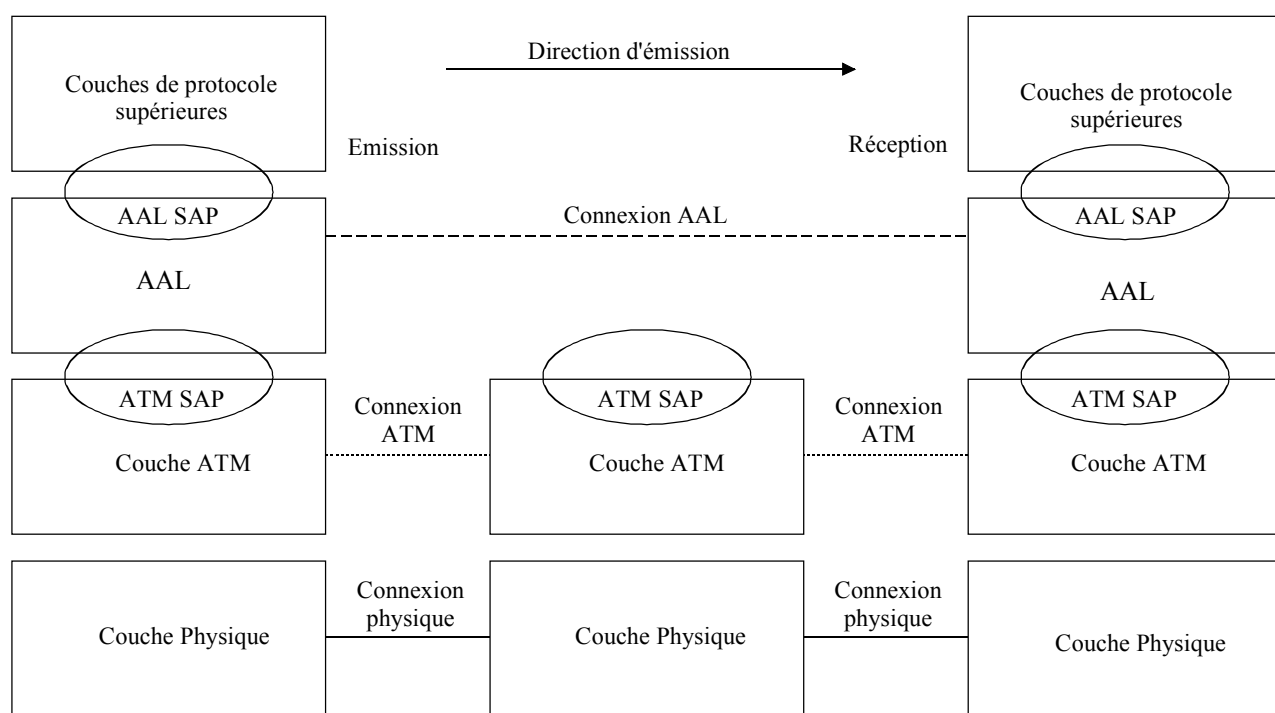
On trouvera dans le présent paragraphe une description générale des points de mesure (MP), des événements de référence interne (IRE, *internal reference event*) et des événements de référence d'unité PDU (PRE, *PDU reference event*) pour tous les types de couches AAL. Des définitions spécifiques d'événements IRE sont ensuite données pour chaque type de couche AAL.

Une couche AAL possède des fonctions facilitant l'utilisation des capacités de transfert de cellules de la couche ATM par des processus de couches supérieures; on choisit de plus un type de couche AAL particulier pour satisfaire aux besoins d'un processus de couche supérieure particulier associé à une application donnée. La Figure 1 illustre les relations liant des couches de protocole appropriées et leurs points d'accès au service associé (SAP). Cette représentation est conforme aux prescriptions de l'UIT-T I.363 [1] et s'applique à tous les types de couche AAL actuellement définis.

Pour fournir une description de la qualité de fonctionnement d'un processus AAL qui soit conforme à la structure générale figurant dans l'UIT-T I.350, il est nécessaire de définir des événements de

référence d'unité de données de protocolaire (PDU, *protocol data unit*) pour la couche AAL pertinents, avant de définir des paramètres de qualité de fonctionnement appropriés fondés sur ces événements. Conformément à l'UIT-T I.353, on définit les événements de référence d'unité PDU au niveau de points observables MP, c'est-à-dire aux niveaux des emplacements physiques. Chaque événement PRE constitue une approximation d'un événement de référence interne défini dans la pile de protocoles. Les événements IRE sont idéalement les événements de référence que l'on souhaiterait mesurer pour déterminer la qualité de fonctionnement d'une couche AAL. Cependant, les événements IRE se rapportant à des interfaces de la pile de protocoles, ils ne sont en général pas accessibles par le biais des batteries de tests. On définit chaque événement PRE de manière à ce qu'il constitue une approximation d'un événement IRE donné: on observe cet événement PRE au niveau d'un point de mesure à l'aide d'un ensemble de tests appropriés, ce qui signifie que cet événement est défini à partir d'un accès de test de couche Physique.

L'événement IRE de chaque couche AAL est défini par une interface spécifique et par l'unité PDU qui traverse cette dernière. Suivant la couche AAL et l'application considérées, les interfaces et les unités PDU peuvent être différentes: leur définition vise à faciliter celles des mesures de qualité de fonctionnement importantes pour une application donnée (dans le cas le plus général, on peut définir un événement IRE pour chaque application utilisant une couche AAL donnée). On indique sur la Figure 2a l'ensemble des sous-couches et des interfaces présentes sur l'une quelconque des couches AAL actuellement définies.



T1317890-01

AAL SAP point d'accès de service à la couche AAL
ATM SAP point d'accès de service à la couche ATM

Figure 1/I.381 – Modèle de référence de protocole de la couche AAL

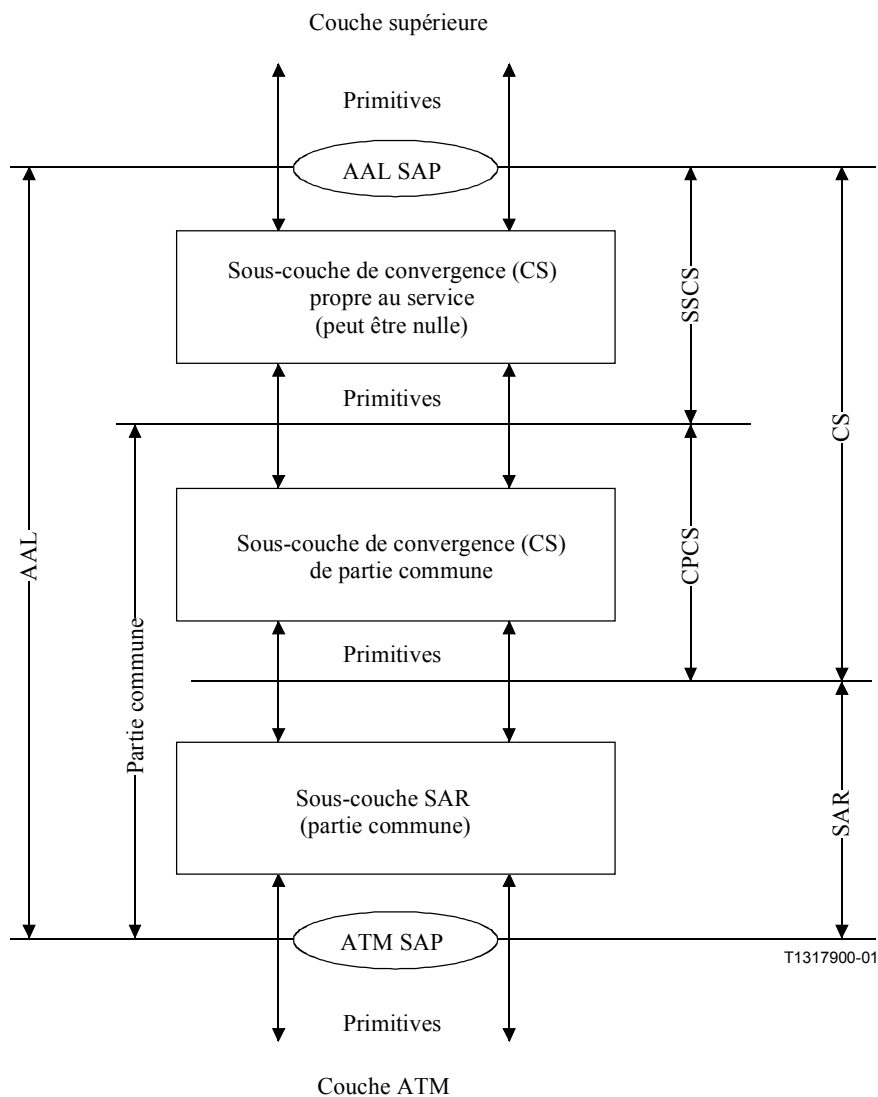


Figure 2a/I.381 – Ensemble des sous-couches et interfaces AAL présentes sur l'une quelconque des couches AAL actuellement définies

Noter que ces sous-couches et interfaces sont toutes définies pour une couche AAL de type 3/4 ou 5.

Noter que toutes les sous-couches et interfaces de la Figure 2a ne sont pas définies pour chaque couche AAL (mais que chaque sous-couche et interface de cette figure est définie pour au moins une couche AAL). La figure indique le point SAP de la couche AAL entre la couche AAL et la couche supérieure suivante, ainsi que le point SAP de la couche ATM entre cette couche AAL et la couche ATM. La couche AAL est constituée d'une sous-couche de convergence (CS, *convergence sublayer*) et d'une sous-couche segmentation et réassemblage (SAR, *segmentation and reassembly sublayer*). Cette sous-couche CS se compose elle-même d'une sous-couche CS de partie commune (CPCS, *common part convergence sublayer*) et d'une sous-couche CS propre au service (SSCS, *service specific convergence sublayer*). Cette sous-couche SSCS peut être nulle. On définit des primitives entre les différentes sous-couches, ainsi qu'entre la couche AAL et la couche ATM et entre la couche AAL et la couche supérieure suivante. Les sous-couches SAR et CPCS constituent la partie commune.

La Figure 2b illustre les sous-couches constituant la couche AAL de type 1. Dans ce cas (AAL-1), seules les sous-couches CS et SAR sont définies, et il n'y a pas de division de la sous-couche CS en sous-couches CPCS et SSCS.

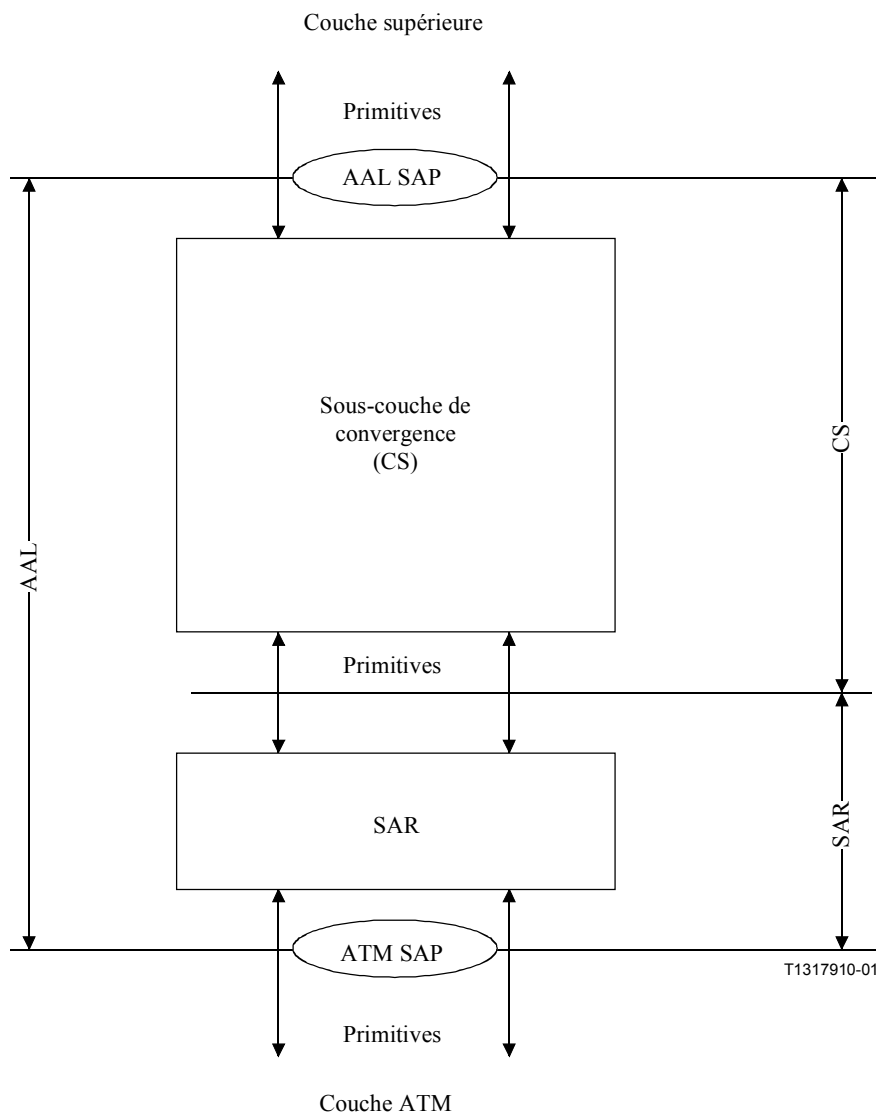


Figure 2b/I.381 – Sous-couches et interfaces définies pour une couche AAL de type 1

On trouvera sur la Figure 2c les sous-couches constituant une couche AAL de type 2. Dans ce cas (AAL-2), on ne définit pas séparément les sous-couches SAR et CPCS, et seule une sous-couche de sous-système commun (CPS, *common part sublayer*) combinée est définie (ce qui signifie que les sous-couches SAR et CS par exemple sont réunies en une sous-couche unique).

Dans les cas d'une couche AAL de type 3/4 ou type 5, toutes les sous-couches de la Figure 2a sont définies (c'est pourquoi on ne représente plus cette figure pour ces types d'AAL).

Les unités PDU et SDU définies pour les différentes sous-couches varient souvent en fonction du type de couche AAL considéré. Ces définitions sont le reflet des applications utilisées le plus fréquemment pour chaque type de couche AAL. L'unité PDU transite de l'AAL à la couche ATM (c'est-à-dire l'unité SAR PDU dans le cas des couches ALL de type 1, 3/4 et 5), et l'unité CPS PDU de la couche AAL de type 2 a toujours une longueur égale à 48 octets (puisque la charge utile de la cellule ATM vaut 48 octets).

On utilise les événements IRE et PRE, ainsi que les points MP associés à un type de couche AAL donné pour décrire la qualité de fonctionnement de cette couche lors du transfert des unités PDU à travers une connexion ATM établie entre les interfaces de couche de protocoles pour lesquelles les événements IRE respectifs sont définis. Conformément à la méthode de l'UIT-T I.353, l'événement IRE correspond au transfert d'une unité PDU à travers l'interface voulue définie dans la pile de

protocoles. L'événement PRE correspond au transfert d'une unité PDU à travers un point de mesure physique situé du côté du réseau de l'événement IRE, aussi proche que possible de ce dernier. La Figure 3 est semblable à la Figure 1, dont elle se distingue par la mention de deux paires d'événements IRE et PRE.

Les événements de référence d'unité PDU, qu'illustre la Figure 4, sont définis de la manière suivante:

- 1) un événement de sortie d'unité PDU de la couche AAL (désigné par PRE_1 sur les Figures 3 et 4) se produit lorsque le premier bit d'une unité PDU de la couche AAL traverse le point de mesure MP1 à proximité de l'équipement d'émission;
- 2) un événement d'entrée d'unité PDU de la couche AAL (désigné par PRE_2 sur les Figures 3 et 4) se produit lorsque le dernier bit d'une unité PDU de la couche AAL traverse le point de mesure MP2 à proximité de l'équipement de réception.

Chaque point de mesure est situé à proximité de l'événement IRE correspondant afin de permettre l'observation de ces événements de référence d'unité PDU de la couche AAL. Comme l'illustre la Figure 3, le point MP1 est situé près de l'équipement d'émission, et le point MP2 se trouve à proximité de l'équipement de réception. Des équipements de test, placés aux points MP1 et MP2, pourraient être utilisés pour reconstruire les unités PDU de la couche AAL.

Chacun de ces points de mesure MP étant également situé à proximité d'un point SAP de la couche ATM, on peut également observer les événements de référence de transfert de cellules CRE_1 et CRE_2 , dont les définitions figurent dans l'UIT-T I.353, ce qui permet aussi d'utiliser ces points pour mesurer les paramètres de qualité de fonctionnement de transfert de cellules ATM. Cette identité entre les points MP correspondant à la qualité de fonctionnement de la couche AAL et les points de mesure associés à la qualité de fonctionnement de transfert de cellules ATM facilite l'identification des relations entre ces deux types de paramètres de qualité de fonctionnement. On trouvera plus loin de telles relations pour certains types de couches AAL.

5.1 Généralités relatives aux définitions d'événement de référence interne pour tous les types de couches AAL

On définit les événements de référence d'unité PDU de la couche AAL, PRE_1 et PRE_2 , en se fondant sur des événements observables aux points de mesure physique respectifs MP1 et MP2. Cette approche permet également une interprétation de ces événements du point de vue du processus de couche supérieure pris en charge par la couche AAL. Comme l'indique la Figure 3, on associe un événement IRE_1 au déplacement d'une unité PDU partant des couches de protocole élevées, et traversant successivement la couche AAL, la couche ATM puis la couche Physique. De la même façon, un événement IRE_2 est associé au déplacement d'une unité PDU issue de la couche Physique, puis traversant successivement la couche ATM, la couche AAL, et les couches de protocole supérieures.

Cette méthode de description de la qualité de fonctionnement de processus de la couche AAL permet, dans la limite des contraintes consécutives au choix de l'emplacement des points de mesure physiques, une interprétation du transfert de l'information utilisateur circulant entre deux couches AAL qui communiquent au travers d'une connexion ATM établie. Comme on l'a indiqué plus haut, la définition d'un événement IRE dépend du type de couche AAL et de l'application considérée (on trouvera dans les paragraphes suivants les définitions spécifiques des événements IRE propres à chaque couche AAL et chaque application considérés). Toutefois, nonobstant le type d'AAL et l'application considérés, le contenu informatif d'un point PRE_1 est, d'un point de vue pratique, identique à celui de l'événement IRE_1 qui l'a généré. L'instant T_1 où apparaît l'événement PRE_1 succède à l'apparition de l'événement IRE_1 d'une quantité faible et mesurable. Ces remarques s'appliquent de manière identique aux grandeurs PRE_2 , IRE_2 et T_2 .

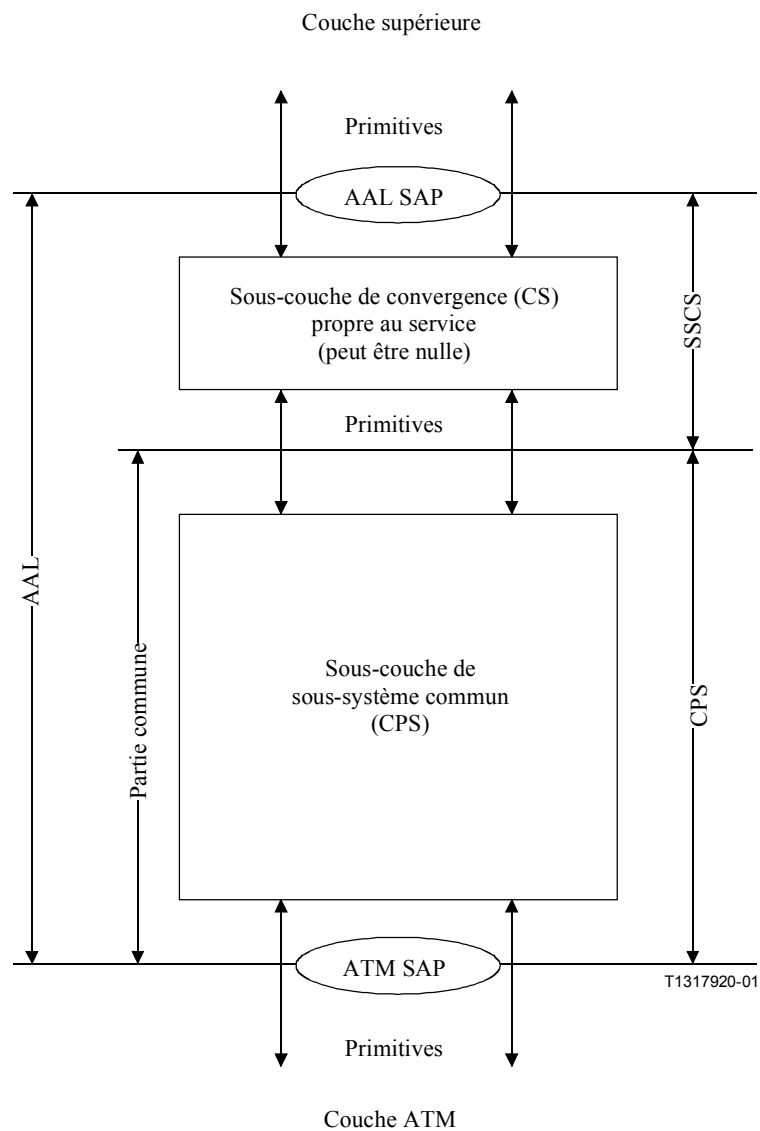
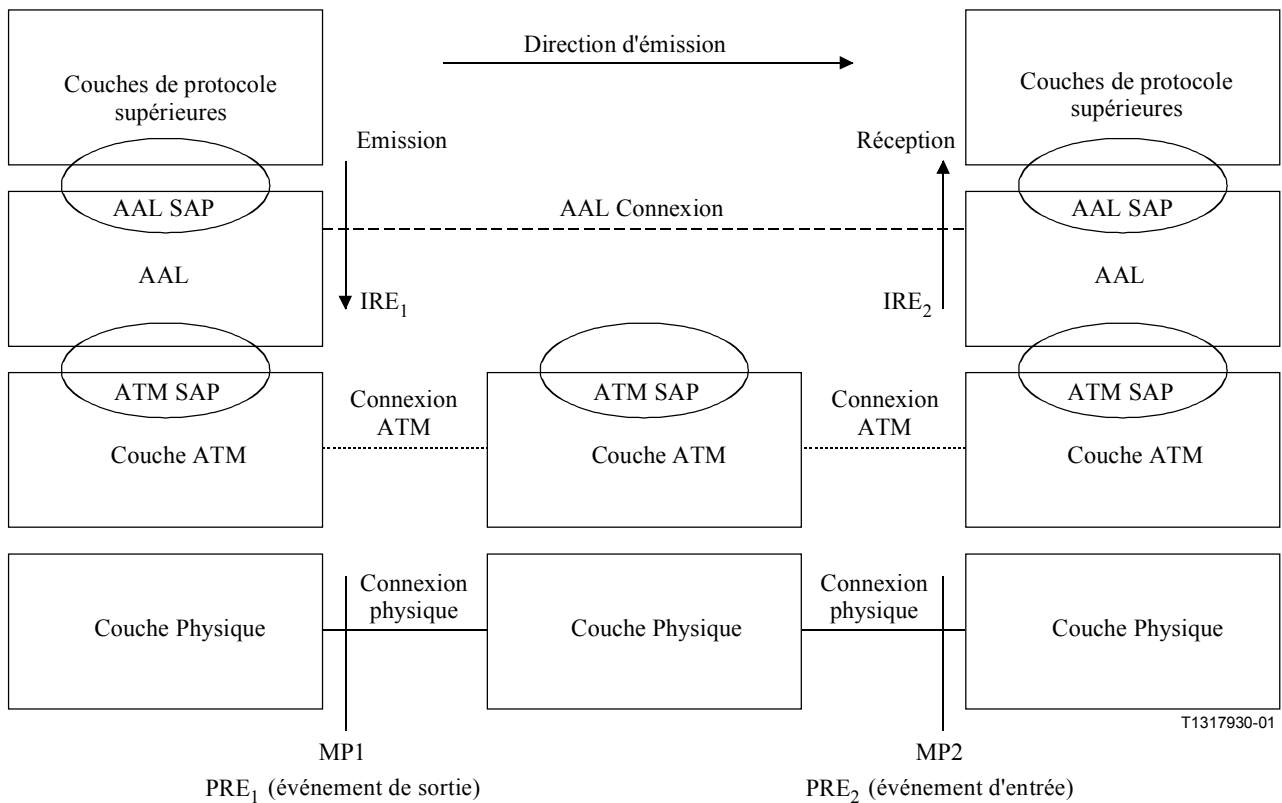


Figure 2c/I.381 – Sous-couches et interfaces définies pour une couche AAL de type 2



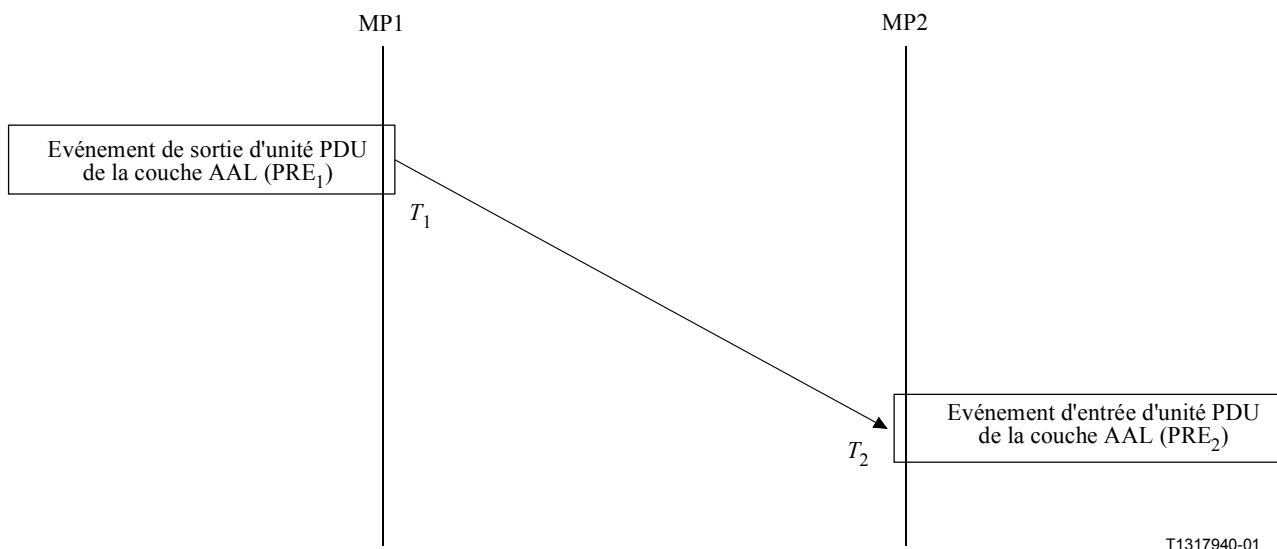
AAL SAP point d'accès de service AAL

ATM SAP point d'accès de service ATM

MP1 et PM2 points de mesure situés dans les réseaux de télécommunication

PRE₁ et PRE₂ sont des événements de référence externes aux piles de protocoles indiquées, que l'on peut observer aux points de mesure.

**Figure 3/I.381 – Relation entre les événements de référence et les points de mesure
(cette figure s'applique à tous les types de couche AAL)**



T1317940-01

MP point de mesure

PRE événement de référence d'unité PDU de la couche AAL

T_1 et T_2 sont les instants correspondant respectivement à l'apparition des événements PRE_1 et PRE_2 .

Figure 4/I.381 – Événements de référence d'unité PDU

Comme il sera possible de le constater dans les paragraphes suivants (ou dans les documents correspondant aux références [1]-[5]), les tailles des unités SDU et PDU des diverses sous-couches peuvent être très différentes en fonction du type de couche AAL considéré. Différentes couches AAL peuvent en effet acheminer différents types d'applications. Si, par exemple, une application doit recevoir des bits fournis par la couche AAL à un débit constant, la sous-couche CS devra stocker les bits reçus et restituer l'horloge correspondante. Les caractéristiques temporelles des unités PDU reçues par la sous-couche CS ne seront pas identiques à celles des unités PDU fournies à la couche supérieure. Si ces considérations s'appliquent essentiellement à une couche AAL de type 1 (puisque les applications à débit CBR transitent en général par une couche AAL-1), elles concernent aussi, en principe, toute couche AAL acheminant des applications CBR. En revanche, si une sous-couche doit fournir des unités PDU à la couche supérieure à mesure qu'elle les reçoit de la sous-couche immédiatement inférieure la plus proche, les caractéristiques temporelles des interfaces au-dessus et en dessous de la sous-couche seront vraisemblablement semblables (sauf s'il y a un certain temps de transfert consécutif à la traversée de la sous-couche). Enfin, les qualités de fonctionnement au-dessus ou en dessous d'une sous-couche non utilisée ("nulle") seraient identiques.

Ces considérations montrent que les définitions du paramètre de qualité de fonctionnement de la couche AAL peuvent dépendre des interfaces par rapport auxquelles on définit les événements IRE correspondants. La définition d'un événement IRE détermine l'unité PDU ou SDU dont on mesure la qualité de fonctionnement. Les paramètres de temps de transfert seront pris en compte, car les caractéristiques temporelles peuvent être différentes en fonction de l'interface considérée. Les événements IRE sont ensuite choisis de manière appropriée pour chaque couche AAL et chaque application; il n'est pas nécessaire qu'ils soient identiques pour toutes les couches AAL.

5.2 Événements de référence interne pour une couche AAL de type 1

5.2.1 Applications d'émulation de circuit non structurées

Une application d'émulation de circuit implique le transport d'un service à débit constant (CBR). La sous-couche de convergence (CS) est responsable de la reconstruction (c'est-à-dire la récupération) de l'horloge de service à débit CBR. Pour ces applications, l'unité SDU de la sous-couche CS est

constituée d'un bit, ce qui signifie que les bits passent un à un de la couche AAL à la couche supérieure ou de la couche supérieure à la couche AAL.¹ Au niveau de l'extrémité émettrice, on accumule 376 bits (47 octets) dans la mémoire tampon de la sous-couche CS; les octets sont ensuite transmis à la sous-couche SAR. L'unité SAR-SDU comprend ainsi 47 octets; l'on peut également définir une unité CS PDU longue de 47 octets (sans ajout d'en-tête par la sous-couche CS). On ajoute un seul octet d'en-tête au niveau de la couche SAR (l'en-tête d'AAL-1) afin de générer une unité SAR PDU de 48 octets.

Au niveau de l'extrémité réceptrice, la sous-couche CS assure la récupération de l'horloge de service de débit CBR et la fourniture des bits à l'application de la couche supérieure suivant un débit approprié. Cette dernière formulation signifie que les caractéristiques temporelles associées aux bits fournis à la couche supérieure doivent satisfaire à des exigences de gigue et de dérapage appropriées. On trouvera ces exigences dans l'UIT-T G.823 [10] pour les charges utiles à hiérarchie PDH à débit CBR de 2048 kbit/s et dans l'UIT-T G.824 [11] pour ce qui concerne les charges utiles à hiérarchie PDH à débit CBR de 1544 kbit/s.

Les bits de service CBR peuvent être fournis à la couche supérieure lorsque le dernier bit de l'unité SAR CDU, ou de l'unité CS PDU, est fourni à la sous-couche CS (c'est-à-dire qu'il est placé dans la mémoire tampon du récepteur CS), *et lorsque la commande d'erreur CS et le traitement des cellules perdues et mal insérées ont été effectués*. Ainsi, la fonction de la sous-couche CS (à l'extrémité réceptrice) qui assure la récupération d'horloge reçoit les bits sous forme d'un lot de 376 bits, qui sont reçus (c'est-à-dire disponibles pour être fournis à la couche supérieure) après que la commande d'erreur CS et le traitement des cellules perdues et mal insérées aient été effectués. L'horloge que doit générer cette fonction de récupération d'horloge doit être telle que les bits puissent être acheminés un à un à la couche supérieure suivant un débit permettant le respect des exigences de gigue et de dérapage.

Les fonctions CS de commande d'erreur et de comptage de séquence (traitement des cellules perdues et mal insérées) qui doivent être effectuées avant la fourniture des bits reçus à la couche supérieure sont l'une des sources de variation de temps de transfert d'unité PDU consécutive à l'utilisation d'une couche AAL de type 1. L'UIT-T I.363.1 [2] dispose que le processus de comptage de séquence pour détecter la perte ou la mauvaise insertion de cellules, ainsi que le traitement ultérieur des cellules perdues et mal insérées sont effectués au niveau de la couche CS. Dans le cas de l'émulation de circuit, les cellules mal insérées détectées sont éliminées et l'on compense la perte de cellules par l'insertion d'un nombre approprié de charges utiles d'unités SAR PDU fictives (l'unité CS PDU constituant la charge utile SAR PDU). Les paragraphes 2.5.2.1.1 et 2.5.2.1.2 de l'UIT-T I.363.1 traitent des opérations réelles de comptage de séquence, au niveau respectivement des extrémités émettrice et réceptrice de la couche AAL de type-1. On trouvera dans l'Appendice III/I.363.1 deux exemples illustrant l'utilisation d'algorithmes pour le traitement du comptage de séquence au niveau de l'extrémité réceptrice. Dans le premier algorithme (nommé algorithme *robuste*), la décision d'accepter une cellule (en fait, l'unité CS PDU, puisque ceci se passe dans la sous-couche CS) est prise après l'arrivée de la séquence suivante. Cette attente de la cellule suivante permet à l'algorithme robuste d'établir une distinction entre les cellules perdues et mal insérées. Dans le deuxième algorithme (nommé algorithme *rapide*), la décision d'accepter une cellule est prise immédiatement après l'arrivée d'une cellule. La Figure III.1/I.363.1 illustre un automate à nombre fini d'état pour les deux algorithmes. Ils introduisent tous deux une variation de temps de transfert supplémentaire vers l'arrière et vers l'avant due à la variation CDV du réseau ATM. Dans le cas de l'algorithme rapide, la variation de temps de transfert supplémentaire est due au fait que l'instant d'insertion d'une unité CS

¹ L'UIT-T I.363.1 [2] dispose (au point a) du 2.5.1.1) que la longueur de l'unité AAL SDU est de 1 bit lorsque la méthode d'horodatage résiduelle synchrone (SRTS, *synchronous residual time stamp*) est utilisée. On considère ici que cette hypothèse est vraie pour les applications d'émulation de circuit en général, ce qui signifie que l'utilisation d'une méthode de récupération d'horloge adaptative n'est pas exclue.

PDU fictive (correspondant à la perte d'une cellule) n'est en général pas identique à l'instant d'arrivée de la cellule si celle-ci n'avait pas été perdue. Dans le cas de l'algorithme robuste, la variation de temps de transfert supplémentaire est due au fait que l'acceptation d'une unité CS PDU inexacte ou hors séquence est différée jusqu'à la réception des unités PDU (cellules) suivantes. Une fois reçues ces unités PDU suivantes, une décision est prise quant à l'acceptation de l'unité PDU, son élimination ou l'insertion d'une unité PDU fictive (notons que, comme dans le cas de l'algorithme rapide, l'instant d'insertion d'une unité PDU fictive n'est généralement pas le même que celui correspondant à l'arrivée de la cellule si celle-ci n'avait pas été perdue).

Il convient de noter que les caractéristiques de gigue et de dérapage de l'UIT-T G.823 et l'UIT-T G.824 s'appliquent à l'interface de réseau, c'est-à-dire qu'elles constituent les *limites du réseau*. Toute gigue ou tout dérapage ajouté à un signal de débit CBR par l'extrémité réceptrice d'une couche AAL de type 1 doit présenter des valeurs suffisamment inférieures à ces limites pour permettre d'autres sources de gigue ou de dérapage. Par exemple, un signal de hiérarchie PDH peut traverser plus d'un îlot ATM, c'est-à-dire qu'il peut faire l'objet de plusieurs opérations de mappage ou de suppression de mappage de la couche AAL-1. De plus, le même signal de hiérarchie PDH peut faire l'objet d'un certain nombre d'îlots SDH et d'opérations de multiplexage/démultiplexage PDH. Toutes ces opérations induisent de la gigue et du dérapage supplémentaires. On utilise généralement les limites du réseau et les modèles de référence hypothétiques de gigue et du dérapage des divers services CBR pour déduire les bilans de gigue et de dérapage. Ces bilans comportent toutes les sources de gigue et de dérapage, et sont utilisés pour déterminer les exigences en matière d'équipement.

L'UIT-T I.363.1 identifie deux méthodes principales pouvant être utilisées pour une récupération d'horloge CBR:

- Une méthode d'horodatage résiduel synchrone (SRTS).
- Une méthode d'horloge adaptative.

La méthode d'horodatage SRTS fait appel aux signaux temporels de réseau synchronisé que l'on suppose disponibles aux extrémités émettrice et réceptrice de la couche AAL de type 1 (ce qui signifie que ces signaux sont disponibles pour les fonctions de récupération d'horloge dans la sous-couche CS à l'émission ou dans la sous-couche CS à la réception, respectivement). En revanche, les méthodes d'horloge adaptative ne dépendent pas de la présence de signaux temporels de réseau synchronisé, et utilisent plutôt, pour reconstruire l'horloge de service à débit CBR, les statistiques des variations de remplissage de la mémoire tampon à l'extrémité réceptrice de la sous-couche CS de la couche AAL de type 1 et/ou les statistiques relatives à la différence des temps d'arrivée entre les unités CS PDU successives. Le rôle essentiel d'un algorithme d'horloge adaptative est de filtrer la variation de remplissage de la mémoire tampon à l'extrémité réceptrice de la sous-couche CS et/ou la séquence des temps d'arrivée CS PDU. C'est pourquoi les valeurs de la gigue et de dérapage en sortie de l'algorithme d'horloge adaptative (c'est-à-dire l'horloge de service à débit CBR récupérée) dépendent de la séquence des instants correspondant à la réception par la sous-couche CS des unités CS PDU successives et à la fin du traitement de vérification d'erreur et de comptage de séquence. Lors de la conception de l'algorithme adaptatif, il est nécessaire de connaître l'ordre de grandeur de la variation de temps de transfert de l'unité CS PDU d'entrée à filtrer pour faire en sorte que la grandeur de sortie se trouve dans les limites souhaitées. Par contre, lors de la conception d'un algorithme adaptatif donné, conserver la variation de temps de transfert d'entrée dans les limites voulues garantira que la sortie satisfait aux exigences d'équipements appropriées (et ainsi que les limites du réseau fixées dans les Rec. UIT-T G.823 et G.824 sont respectées) à condition que la connexion soit conforme au modèle de référence d'hypothèse. Il s'agit là du fondement pour le choix de l'événement IRE pour les applications d'émulation de circuit de la couche AAL-1 décrites plus haut, avec le point de mesure interne de la sous-couche CS juste au-dessus de la fonction de commande d'erreur CS. Notons qu'il ne serait pas pertinent de fixer des limites uniquement à la variation CDV vue à l'extrémité supérieure de la couche ATM, car toute variation de temps de

propagation due à la couche AAL de type 1 (par exemple, les opérations de traitement d'erreur ou de comptage de séquence, qui sont des effets stochastiques) ne serait pas prise en compte.

Si les considérations susmentionnées peuvent sembler indiquer que les événements AAL-1 IRE et les points MP concernent essentiellement les algorithmes d'horloge adaptative, ils peuvent également être utilisés dans certains cas pour l'horodatage SRTS. Si l'algorithme d'horodatage SRTS ne dépend pas de la séquence des temps d'arrivée d'unité CS PDU au niveau de l'extrémité réceptrice, sa qualité de fonctionnement dépend bien des signaux temporels au niveau de l'extrémité émettrice et du respect des exigences de synchronisation voulues au niveau de l'extrémité réceptrice de la couche AAL-1. Cependant, il faut également examiner le cas de la perte de synchronisation des signaux temporels à l'extrémité émettrice et/ou réceptrice de l'AAL de type 1. Ce cas peut, par exemple, se produire si les horloges à l'extrémité émettrice ou réceptrice ou si l'une de ces deux horloges sont susceptibles de passer en mode conservatoire. Dans ce cas, la qualité de fonctionnement de l'horodatage SRTS dépend du mode conservatoire, du temps durant lequel l'horloge est maintenue dans cet état et de la taille du tampon de réception de la sous-couche CS. Pour une mémoire tampon de taille donnée, si le décalage de fréquence et/ou si le taux de dérive de l'horloge dans le mode conservatoire sont/est trop important(s) et/ou si l'horloge est maintenue dans le mode conservatoire trop longtemps, la mémoire tampon de la sous-couche CS sera sur- ou sous-chargée, ce qui a pour conséquence la perte de synchronisme de trame au niveau de la couche de service de débit CBR et l'apparition d'une seconde gravement erronée (SES, *severely errored second*). Après l'apparition de la première perte de synchronisme de trame, la fréquence d'apparition des pertes de synchronisme de trames suivantes dépend, outre les facteurs susmentionnés, d'un éventuel recentrage de la mémoire de réception CS et de la façon dont ce recentrage est effectué. On peut être sûr d'une qualité de fonctionnement acceptable pour un horodatage SRTS lorsque les horloges parviennent dans le mode conservatoire en utilisant toujours des horloges de qualité suffisante et lorsque l'on fait en sorte que ce mode transitoire ne dure pas plus d'un temps maximal. Toutefois, cela peut ne pas toujours être possible ou faisable pour l'ensemble des applications. C'est pourquoi, au moins dans certains cas, il peut être souhaitable de disposer d'un mode de sauvegarde qui utilise un algorithme d'horloge adaptatif même lorsque l'on s'appuie essentiellement sur l'horodatage SRTS. Les événements IRE et les points MP d'une couche AAL de type 1 servent à établir la qualité de fonctionnement des algorithmes d'horloge adaptative de sauvegarde. Notons que, si l'on peut souhaiter que les horloges passent en mode conservatoire aussi rarement que possible, ce cas peut en pratique survenir suffisamment souvent pour que l'on doive tenir compte des effets du mode conservatoire des horloges sur la qualité de fonctionnement de gigue et de dérapage.

La discussion ci-dessus montre que le point important, du point de vue de la conception du mécanisme de restitution d'horloge, est l'arrivée de l'unité CS PDU au niveau de la mémoire tampon de la sous-couche CS. C'est pourquoi on définit les événements IRE relatifs aux applications d'émulation de circuit d'AAL de type 1 par rapport à l'interface séparant les sous-couches SAR et CS. On trouvera ci-après la méthode utilisée dans l'UIT-T I.353 pour définir les points des couches VP et VC [désignés respectivement par MP(VP) et MP(VC)] en vue de la qualité de fonctionnement de transfert de cellules ATM. On définit dans l'UIT-T I.353 les emplacements des interfaces MP(VP) et MP(VC) en spécifiant les fonctions de protocole qui se trouvent en dessous et au-dessus de chaque point MP. Suivant cette méthode, les événements de référence interne des applications d'émulation de circuit de couche AAL de type 1 sont définis de la manière suivante:

- 1) on considère que survient un événement de sortie de référence interne de la couche AAL (désigné par IRE₁ sur la Figure 3) lorsque le premier bit d'une unité CS PDU de la couche AAL traverse l'interface de couche de protocole entre la sous-couche AAL CS et la sous-couche AAL SAR de l'équipement d'émission;
- 2) on considère que survient un événement d'entrée de référence interne (désigné par IRE₂ sur la Figure 3) lorsque le dernier bit d'une unité CS PDU de la couche AAL traverse l'interface de couche de protocole AAL entre la sous-couche AAL CS et la sous-couche AAL SAR de l'équipement de réception.

Pour les besoins de la présente définition, l'interface entre les sous-couches AAL CS et AAL SAR se trouve au-dessus des fonctions de la sous-couche SAR spécifiées au 2.4.1/I.363.1 [2] et en dessous des fonctions de la sous-couche CS spécifiées au 2.5.1/I.363.1. Les fonctions de la sous-couche SAR comprennent:

- a) l'ajout d'un octet d'en-tête AAL à l'extrémité d'émission, et la suppression d'un octet d'en-tête AAL à l'extrémité de réception;
- b) le traitement des 3 bits CRC appartenant aux quatre positions binaires du champ protection du numéro de séquence (SNP, *sequence number protection*) de l'en-tête AAL;
- c) le traitement du bit de parité unique du champ SNP de quatre bits de l'en-tête AAL;
- d) indication de l'existence d'une sous-couche CS au-dessus de la sous-couche SAR (noter que la sous-couche SAR reçoit cette indication de la sous-couche CS via le bit CSI de l'en-tête AAL de 1 octet de longueur).

Les fonctions CS comprennent:

- a) le blocage des informations utilisateur pour former une unité SAR PDU de 47 octets (CS PDU);
- b) le stockage des informations reçues pour traiter la variation de temps de propagation de cellules;
- c) le traitement du temps d'assemblage de la charge utile SAR PDU grâce au remplissage partiel de la charge utile SAR PDU;
- d) le traitement du comptage du nombre de séquence (SN, *sequence number*), dont la détection des cellules perdues et mal insérées, ainsi que le remplissage par des bits fictifs (au niveau de l'extrémité réceptrice) lorsqu'on détecte une cellule perdue;
- e) l'utilisation d'une indication CS fournie par la sous-couche SAR pour prendre en charge les fonctions pour la sous-couche CS pour quelques utilisateurs de la couche AAL;
- f) la récupération de l'horloge source au niveau de l'extrémité réceptrice (en utilisant par exemple l'horodatage SRTS ou une méthode adaptative, etc.);
- g) le transfert des informations de structure entre la source et la destination;
- h) la correction d'erreur vers l'avant;
- i) la génération de comptes rendus de la qualité de fonctionnement de bout en bout.

Il convient de noter que chaque fonction susmentionnée n'est pas forcément implémentée sur l'ensemble des couches AAL-1. On trouvera des descriptions supplémentaires de ces fonctions dans l'UIT-T I.363.1.

5.2.2 Applications d'émulation de circuit structurée

Ces applications feront l'objet d'étude ultérieure.

5.3 Événements de référence interne pour une couche AAL de type 2

5.3.1 Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence propre au service est nulle

Dans le cas d'une couche AAL de type 2 dont la sous-couche de convergence propre au service est nulle, l'unité SSCS SDU, l'unité SSCS PDU ainsi que l'unité SDU de la sous-couche de partie commune sont identiques. L'unité CPS SDU est un nombre entier d'octets pouvant s'élever à 45, et dans certains cas à 64. Un en-tête constitué d'un paquet de 3 octets est ajouté à l'unité CPS SDU pour constituer un paquet CPS. On place ensuite ces paquets CPS dans la partie correspondant à la charge utile de l'unité CPS PDU, longue de 47 octets. Les tailles de paquets CPS pouvant être bien inférieures à 47 octets, il est possible qu'une unité CPS PDU contiennent plusieurs paquets; de plus, le contenu d'un paquet donné peut être réparti entre plusieurs unités CPS PDU. Enfin, on ajoute un

octet d'en-tête CPS pour constituer l'unité CPS PDU longue de 48 octets. La description de ces détails se trouve au [3].

Dans le cas des applications d'une couche AAL de type 2, nous nous intéressons à la qualité de fonctionnement de la sous-couche AAL-SAP. Si la sous-couche SSCS est nulle, il s'agit alors de la qualité de fonctionnement de l'interface entre les sous-couches SSCS et CPS. L'unité PDU à considérer est l'unité SSCS PDU, qui correspond à un paquet CPS.

Comme on l'a indiqué plus haut, une unité CPS PDU (ainsi qu'une cellule ATM) peut contenir plusieurs paquets CPS (plusieurs unités SSCS PDU); de plus, le premier ou le dernier bit d'un paquet peut se trouver au milieu d'une cellule ATM. Ce bit ne sera pas directement accessible au niveau du point de mesure de la couche Physique. C'est pourquoi l'événement de référence (PRE) PDU devrait être défini (c'est-à-dire devrait constituer une approximation de l'IRE associé) par rapport au premier ou au dernier bit de la cellule ATM contenant le premier ou le dernier bit des paquets respectifs (unité SSCS PDU).

5.3.2 Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence propre au service n'est pas nulle

Ces applications feront l'objet d'étude ultérieure.

5.4 Événements de référence interne pour une couche AAL de type 3/4

Pour une couche AAL de type 3/4, les unités SSCS SDU et CPCS SDU (identiques si la sous-couche SSCS est nulle) peuvent compter jusqu'à 65 535 octets. C'est pourquoi, pour ce type de couche, une seule unité AAL SDU peut s'étendre sur plusieurs cellules ATM.

5.5 Événements de référence interne pour une couche AAL de type 5

Les événements de référence interne pour une couche AAL de type 5 sont définis de la façon suivante:

- 1) on considère que survient un événement de sortie de référence interne de couche (désigné par IRE₁ sur la Figure 3) lorsque le premier bit d'une unité CS PDU de la couche AAL traverse l'interface de couche de protocole AAL entre la sous-couche AAL CS et la sous-couche AAL SAR de l'équipement d'émission;
- 2) on considère que survient un événement d'entrée de référence interne de la couche AAL (désigné par IRE₂ sur la Figure 3) lorsque le dernier bit d'une unité CS PDU de la couche AAL traverse l'interface de couche de protocole AAL entre la sous-couche AAL CS et la sous-couche AAL SAR de l'équipement de réception.

Pour une couche AAL de type 5, les unités SSCS SDU et CPCS SDU (identiques si la sous-couche SSCS est nulle) peuvent compter jusqu'à 65 535 octets. C'est pourquoi, pour ce type de couche AAL, une seule unité AAL SDU peut s'étendre sur plusieurs cellules ATM.

6 Résultats de transfert d'unité PDU de la couche AAL

On peut décrire la qualité de fonctionnement d'une couche AAL avec des paramètres dont les définitions sont fondées sur ces événements de référence d'unité AAL PDU. Conformément à la méthode utilisée dans l'UIT-T I.356, on définit les résultats de transfert d'unité AAL PDU en se fondant sur l'apparition d'événements d'entrée AAL PDU (PRE₂) au point MP2 proche de l'équipement de réception correspondant à des événements de sortie AAL PDU (PRE₁) survenant au point MP1 à proximité de l'équipement d'émission. On dit que les deux événements de référence AAL PDU *se correspondent* s'ils sont générés par la même unité PDU.

Conformément également à la méthode décrite dans l'UIT-T I.356, on peut définir un *résultat de transfert AAL PDU* comme étant survenue au point MP2 d'un événement PRE₂ correspondant à l'occurrence à un point MP1 d'un événement PRE₁, dans un laps de temps T_{AAL} spécifié. On peut de plus classer le résultat de transfert AAL PDU grâce à certains critères, comme l'examen de l'identité éventuelle entre les bits d'information utilisateur de l'événement PRE₂ et les bits d'information utilisateur de l'événement PRE₁ correspondant.

6.1 Résultats de transfert d'unité PDU pour les applications d'émulation de circuit non structurée de couche AAL de type 1

6.1.1 Applications d'émulation de circuit non structuré

Pour les applications d'émulation de circuit non structurée, l'unité CS-SDU (et donc l'unité AAL-1 SDU) comprend 1 bit. On définit les résultats de transfert d'unité AAL PDU de manière identique à ceux relatifs aux services supports numériques sans restriction au 5.10/I.353 [9]; pour ces services, l'unité appropriée pour l'information utilisateur est de 1 bit.

6.1.2 Applications d'émulation de circuit structuré

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

6.2 Résultats de transfert d'unité PDU pour une couche AAL de type 2

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

6.2.1 Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence spécifique au service est nulle

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

6.2.2 Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence spécifique au service n'est pas nulle

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

6.3 Résultats de transfert d'unité PDU pour une couche AAL de type 3/4

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

6.4 Résultats de transfert d'unité PDU pour une couche AAL de type 5

Les résultats de transfert d'unité PDU de couche AAL-5 doivent être définis de manière simple et précise. On applique les principes suivants:

- 1) les paramètres de qualité de fonctionnement doivent refléter les phénomènes se produisant au niveau de la couche AAL-5, qui ne dépendent pas des sous-couches inférieures (telles que la couche ATM et la couche Physique), car seul ce qui se passe au niveau de la couche AAL-5 a une incidence pour les utilisateurs de cette couche;
- 2) un résultat de transfert d'unité PDU de la couche AAL-5 doit correspondre à chaque unité AAL-5 PDU qui traverse un point MP₁ et/ou un point MP₂, de la même façon que dans l'UIT-T I.356, un résultat de transfert de cellules correspond à chaque cellule qui passe par un point MP₁ et/ou MP₂. Cette correspondance peut faciliter la bonne définition des résultats;
- 3) il convient toutefois de tenir compte du résultat de transfert de cellules de la dernière cellule de l'unité AAL-5 PDU, car la dernière perte de cellule entraîne deux résultats de transfert AAL-5 PDU dégradés. Si l'on ne tenait pas compte de la dernière perte de cellule,

l'unité AAL-5 PDU suivante serait traitée avec succès. Dans les faits cependant, l'unité AAL-5 PDU suivante ne peut pas être réassemblée correctement par le récepteur. La dernière perte de cellule a par exemple généré deux unités AAL-5 PDU dégradées.

Se fondant sur les principes susmentionnés, on définit les résultats de transfert d'unité PDU de la couche en utilisant deux événements de référence, PRE_1 au point MP_1 et PRE_2 au point MP_2 , respectivement. La Figure 5 illustre les définitions possibles du résultat de transfert d'unité PDU de la couche AAL-5.

a) Résultat de transfert d'unité AAL-5 PDU réussi

Un résultat de transfert de cellules est réussi lorsqu'un événement PRE_2 correspondant à un événement PRE_1 se produit dans un laps de temps spécifique T_{AAL-5} après PRE_1 , et que le contenu binaire de l'unité AAL-5 PDU reçue est en tout point identique à celui de l'unité AAL-5 PDU émise correspondante.

b) Résultat de transfert d'unité AAL-5 PDU dégradé

Un résultat de transfert d'unité PDU de la couche AAL-5 est défectueux lorsqu'un événement PRE_2 correspondant à un événement PRE_1 se produit dans un laps de temps spécifié T_{AAL-5} après PRE_1 , mais que:

- 1) le contenu binaire de l'unité AAL-5 PDU reçue est différent de celui de l'unité AAL-5 PDU émise correspondante;
- 2) la dernière cellule de l'unité AAL-5 PDU n'est pas perdue.

NOTE 1 – On peut nommer ce type de résultat "résultat de cellules perdues", "résultat de cellules erronées" ou "résultat de cellules mal insérées".

L'utilisation d'une limite, T_{AAL-5} , relative au temps de transfert d'unité PDU maximal admissible, permet de classer les unités PDU présentant un retard trop important en résultats de transfert d'unité PDU dégradés. La survenue possible d'une unité PDU "perdue" figure dans la définition susmentionnée et correspond à un résultat de transfert d'unité PDU dégradé. Il en est de même concernant l'occurrence possible d'une unité PDU "mal insérée".

On a observé que cette définition d'un résultat de transfert d'unité PDU dégradé ne permet pas de faire une distinction entre les différents cas d'échec relatifs à un événement PRE_2 ne parvenant pas à établir une correspondance bit à bit avec l'information utilisateur de l'événement PRE_1 correspondant, du fait de la survenue d'une cellule perdue, d'une cellule erronée ou d'une cellule mal insérée dans la connexion ATM de support. Quelles que soient les autres dégradations causées à la couche ATM de support, il est peu probable que cette unité AAL PDU résultante puisse être utilisée par la plupart des applications des couches supérieures; cette unité contribue ainsi à la perte d'information pour ce processus AAL.

c) Résultat d'unité PDU de couche AAL-5 avec perte en fin de séquence

Un résultat d'unité AAL-5 PDU avec perte en fin de séquence survient lorsqu'un événement PRE_2 correspondant à un événement PRE_1 se produit dans un laps de temps spécifié T_{AAL-5} après PRE_1 , mais que la dernière cellule de l'unité AAL-5 PDU est perdue.

NOTE 2 – On nomme ce résultat "résultat de cellules perdues dans la dernière cellule de l'unité AAL-5 PDU".

NOTE 3 – Le résultat d'unité AAL-5 PDU avec perte de cellule en tête de séquence est toujours déclenché par ce résultat.

NOTE 4 – On peut considérer que les résultats d'unité AAL-5 PDU avec perte en fin de séquence constituent un sous-ensemble des résultats de transfert d'unité AAL-5 PDU dégradés.

NOTE 5 – Le besoin d'un autre résultat d'unité AAL-5 PDU avec perte de cellules en tête de séquence est à l'étude.

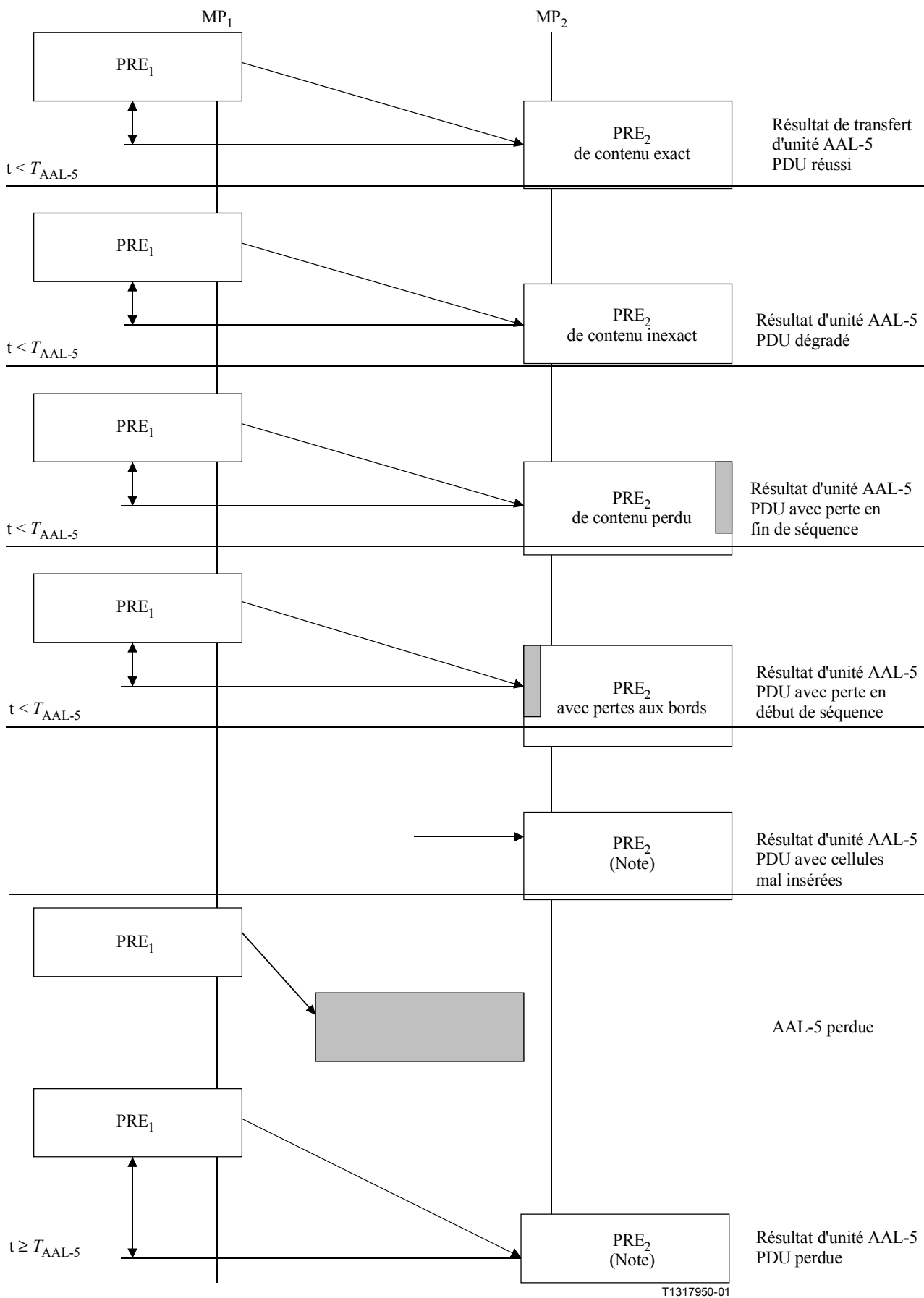


Figure 5/I.381 – Résultats de transfert d'unité PDU de la couche AAL de type 5. L'ombrage (lignes hachurées) correspond à des unités PDU perdues

d) Résultat d'unité AAL-5 PDU avec perte en début de séquence

Un résultat d'unité AAL-5 PDU avec perte en début de séquence survient lorsqu'un événement PRE_2 correspondant à un événement PRE_1 se produit dans un laps de temps spécifié T_{AAL-5} après PRE_1 , mais que la cellule reçue juste avant l'arrivée de l'unité AAL-5 PDU n'indique pas la dernière cellule de l'unité AAL-5 correspondante.

NOTE 6 – Ce résultat est toujours précédé par le résultat d'unité AAL-5 PDU avec perte en fin de séquence.

NOTE 7 – On peut considérer que le résultat d'unité AAL-5 PDU avec perte en début de séquence constitue un sous-ensemble des résultats AAL-5 PDU dégradés.

NOTE 8 – Le besoin d'un autre résultat AAL-5 PDU avec perte en tête de séquence est à l'étude.

e) Résultat d'unité AAL-5 PDU perdue

Un résultat d'unité AAL-5 PDU perdue se produit lorsqu'un événement PRE_2 ne se produit pas dans un laps de temps T_{AAL-5} après l'événement PRE_1 correspondant.

f) Résultat d'unité AAL-5 PDU mal insérée

Un événement d'unité AAL-5 PDU mal insérée survient lorsqu'un événement PRE_2 se produit sans événement PRE_1 correspondant.

7 Paramètres de qualité de fonctionnement de la couche AAL

7.1 Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 1

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

7.1.1 Applications d'émulation de circuit

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

7.2 Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 2

7.2.1 Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence de service spécifique est nulle

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

7.2.2 Applications pour lesquelles la sous-couche de convergence de service spécifique n'est pas nulle

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

7.3 Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 3/4

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

7.4 Paramètres de qualité de fonctionnement pour une couche AAL de type 5

7.4.1 Paramètre de perte d'information pour une couche AAL de type 5

On définit le taux d'unités PDU dégradées (IPR, *impaired PDU ratio*) par l'expression suivante:

$$IPR = \frac{N_t(\text{défectueux})}{N_t(\text{réussi}) + N_t(\text{défectueux})}$$

avec:

N_t (défectueux) = nombre de résultats de transfert d'unité PDU défectueux

N_t (réussi) = nombre de résultats de transfert PDU réussis

Ces résultats de transfert PDU réussis ou défectueux appartiennent à une population donnée, qui peut par exemple correspondre à tous les résultats de transfert d'unité PDU qui se produisent entre une paire donnée de points MP durant un certain intervalle de temps.

On peut à présent établir une relation entre le paramètre de qualité de fonctionnement du rapport IPR et les paramètres correspondants de qualité de fonctionnement de transfert de cellules de couche ATM. Conformément à la définition dans le paragraphe 6, un résultat de transfert d'unité PDU dégradé se produira à la suite d'un des mécanismes suivants:

- 1) des événements de dégradation de type rafales au niveau ATM impliquant de multiples cellules erronées, des cellules perdues, et/ou des cellules mal insérées;
- 2) des dégradations aléatoires (résiduelles) au niveau ATM impliquant des cellules erronées;
- 3) des dégradations aléatoires (résiduelles) au niveau ATM impliquant des cellules perdues;
- 4) des dégradations aléatoires (à l'arrière plan) au niveau ATM impliquant des cellules mal insérées;
- 5) des dégradations de traitement de réseau au niveau AAL lorsque ce traitement de réseau existe pour une application spécifique.

Le mécanisme 1 rend compte de l'incidence de toutes les dégradations de type rafales visibles au niveau ATM, alors que les mécanismes 2, 3 et 4 se rapportent aux types de dégradation en arrière-plan se produisant de façon indépendante, visibles au niveau ATM et qui subsistent après que les dégradations de rafales aient été comptées et éliminées. Le mécanisme 5 se rapporte à des dégradations (de type rafales et de type résiduel) générées exclusivement au niveau AAL. La présence ou l'absence d'un traitement de réseau au niveau AAL doit être déterminée application par application. Supposons que ces 5 mécanismes soient indépendants. Alors, d'après la méthode susmentionnée, on peut représenter le rapport IPR d'un processus de couche AAL de type 5 particulier durant une période donnée par l'expression suivante:

$$\text{IPR} = \text{IPR}_{\text{SECBR}} + \text{IPR}_{\text{CER}} + \text{IPR}_{\text{CLR}} + \text{IPR}_{\text{CMR}} \quad (7.4-1)$$

où $\text{IPR}_{\text{SECBR}}$ est le rapport IPR dû aux événements de dégradation de type rafales au niveau ATM, IPR_{CER} est l'IPR dû aux cellules erronées indépendantes, IPR_{CLR} est l'IPR dû aux cellules perdues indépendantes et IPR_{CMR} est l'IPR dû aux cellules mal insérées indépendantes. On ne tient pas compte ici de la composante due au mécanisme 5. Nous allons à présent détailler les composantes IPR particulières dues aux mécanismes 1-4.

1) Dégradations de type rafales au niveau ATM

Considérons d'abord la composante IPR due aux dégradations de type rafales au niveau ATM. Le taux de blocs de cellules sévèrement erroné (SECBR, *severely errored cell block ratio*), défini dans l'UIT-T I.356 et mesuré pendant une période de temps donnée sur la connexion ATM prenant en charge un processus AAL de type 5 spécifique, peut être utilisé pour estimer cette composante du rapport IPR. Il convient de lier la longueur (exprimée en cellules) d'une unité PDU, notée P_{cells} , à la longueur d'un bloc de cellules (exprimée en cellules), notée B_{cells} . On considère trois cas:

$$P_{\text{cells}} \ll B_{\text{cells}}$$

$$P_{\text{cells}} \gg B_{\text{cells}}$$

$$P_{\text{cells}} = B_{\text{cells}}$$

Si $P_{\text{cells}} \ll B_{\text{cells}}$, on approxime alors² la partie d'unités PDU concernée par ces dégradations de type rafales par la partie de blocs de cellules sévèrement erronés, c'est-à-dire par SECBR. Ainsi

$$\text{IPR}_{\text{SECBR}} = \text{SECBR} \quad (7.4-2a)$$

Si $P_{\text{cells}} \gg B_{\text{cells}}$, n'importe quel bloc de cellules $P_{\text{cells}}/B_{\text{cells}}$ ³ dégraderait, s'il était sévèrement erroné, une telle unité PDU. La probabilité de non-dégradation d'une unité PDU est donnée par:

$$(1 - \text{SECBR})^{\frac{P_{\text{cells}}}{B_{\text{cells}}}}$$

La composante IPR souhaitée (c'est-à-dire la probabilité qu'une unité PDU de cette longueur ne subisse pas un ou plusieurs blocs de cellules sévèrement erronés) est le complément à 1 de l'expression précédente, ce qui donne:

$$\text{IPR}_{\text{SECBR}} = 1 - (1 - \text{SECBR})^{\frac{P_{\text{cells}}}{B_{\text{cells}}}} \quad (7.4-2b)$$

Si P_{cells} et B_{cells} sont pratiquement égaux, un bloc unique de cellules sévèrement erroné aura en général une incidence sur deux unités PDU, ce qui donne:

$$\text{IPR}_{\text{SECBR}} = 2 \text{ SECBR} \quad (7.4-2c)$$

Il convient de noter que l'expression B_{cells} donnée dans l'UIT-T I.356 varie en fonction de la capacité de la connexion ATM de support: la relation entre $\text{IPR}_{\text{SECBR}}$ et la valeur SECBR dépend donc de la capacité de la connexion ATM.

2) Dégradations aléatoires au niveau ATM générant des cellules erronées

Considérons à présent la composante IPR due aux cellules erronées apparaissant de manière indépendante. Supposons que la probabilité d'apparition d'une telle cellule erronée soit donnée par le taux de perte de cellule (CER, *cell error ratio*) tel qu'il est défini dans l'UIT-T I.356. La probabilité qu'une unité PDU de longueur P_{cells} ne contienne pas de cellule erronée est donnée par:

$$(1 - \text{CER})^{P_{\text{cells}}}$$

La composante IPR souhaitée due à ce mécanisme est le complément à 1 de cette expression, c'est-à-dire:

$$\text{IPR}_{\text{CER}} = 1 - (1 - \text{CER})^{P_{\text{cells}}} \quad (7.4-3)$$

3) Dégradations aléatoires au niveau ATM générant des cellules perdues

Considérons la composante IPR due aux cellules perdues de manière indépendante. Supposons que la probabilité d'apparition d'une perte de cellule unique soit donnée par le taux de perte de cellule (CLR, *cell loss ratio*) tel qu'il est défini dans l'UIT-T I.356. La probabilité qu'une unité PDU de longueur P_{cells} ne contienne pas de cellule perdue est donnée par:

$$(1 - \text{CLR})^{P_{\text{cells}}}$$

La composante IPR souhaitée est complément à 1 de cette expression, c'est-à-dire:

² On peut encore détailler ce cas $P_{\text{cells}} \ll B_{\text{cells}}$ en comparant P_{cells} avec le seuil $M = B_{\text{cells}}/32$ utilisé pour déterminer si le bloc de cellules est sévèrement erroné. Ces considérations montrent que l'équation (7.4-2) est valable pour $P_{\text{cells}} \geq 32$ cellules, et qu'une estimation un peu plus faible pour cette composante IPR peut être valable pour des valeurs plus faibles de P_{cells} .

³ Ou, plus précisément, $[P_{\text{cells}}/B_{\text{cells}}]$, où $[x]$ représente la valeur entière immédiatement supérieure ou égale à x .

$$IPR_{CLR} = 1 - (1 - CLR)^{P_{cells}} \quad (7.4-4)$$

4) Degradations aléatoires au niveau ATM générant des cellules mal insérées

Considérons la composante IPR due aux cellules mal insérées de manière indépendante. Si on connaît le débit de cellules mal insérées (CMR, *cell misinsertion rate*) et le débit de cellule crête de cellules (PCR, *peak cell rate*) de la connexion ATM de support, la fraction de cellules qui sont mal insérées est CMR/PCR. Supposons que ce rapport corresponde à la probabilité qu'une seule cellule soit mal insérée. La probabilité qu'une unité PDU de longueur P_{cells} ne soit pas affectée par une cellule mal insérée est donnée par:

$$\left(1 - \frac{CMR}{PCR}\right)^{P_{cells}}$$

La composante IPR souhaitée due à ce mécanisme est le complément à 1 de cette expression, c'est-à-dire:

$$IPR_{CMR} = 1 - \left(1 - \frac{CMR}{PCR}\right)^{P_{cells}} \quad (7.4-5)$$

Résumé de l'analyse de la composante IPR

On peut obtenir une approximation de l'IPR résultante due aux dégradations de qualité de fonctionnement de la couche inférieure en substituant dans l'équation (7.4-1) les résultats des équations (7.4-2), (7.4-3), (7.4-4) et (7.4-5).

7.4.2 Paramètre de retard d'information pour la couche AAL de type 5

On peut utiliser les événements de référence d'unité PDU de la couche AAL définis précédemment, PRE₁ et PRE₂, ainsi que le résultat de transfert d'unité réussi, pour définir un paramètre de qualité de fonctionnement permettant de caractériser l'information de temps de transfert d'un processus de couche AAL de type 5.

On définit le paramètre de temps de transfert d'unité PDU de couche AAL (PD, *PDU Delay*) par la durée séparant l'instant T_2 d'un événement PRE₂ au point MP2, de l'instant T_1 de l'événement PRE₁ correspondant au point MP1, PRE₂ et PRE₁ constituant un résultat de transfert d'unité PDU réussi. (Les instants T_1 et T_2 apparaissent sur la Figure 4.)

Cette définition exclut de l'étude les événements PRE₁ et PRE₂ associés aux résultats de transfert d'unité PDU dégradés, car de tels résultats peuvent se révéler moins représentatifs des temps de transfert d'information utilisateur que l'on connaît dans les conditions normales d'exploitation.

8 Objectifs de qualité de fonctionnement de la couche AAL

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

9 Allocation des objectifs de qualité de fonctionnement

Cette question fera l'objet d'étude ultérieure.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	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	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication