UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T M.2201

(03/2001)

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

SÉRIE M: RGT ET MAINTENANCE DES RÉSEAUX: SYSTÈMES DE TRANSMISSION, CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉCOPIE ET CIRCUITS LOUÉS INTERNATIONAUX

Réseau de transport international

Objectifs, allocations et limites de qualité de fonctionnement pour la mise en service et la maintenance des connexions internationales de voies et de conduits virtuels ATM

Recommandation UIT-T M.2201

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE M

RGT ET MAINTENANCE DES RÉSEAUX: SYSTÈMES DE TRANSMISSION, CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉCOPIE ET CIRCUITS LOUÉS INTERNATIONAUX

Introduction et principes généraux de maintenance et organisation de la maintenance	M.10–M.299
Systèmes de transmission internationaux	M.300–M.559
Circuits téléphoniques internationaux	M.560–M.759
Systèmes de signalisation à canal sémaphore	M.760–M.799
Systèmes internationaux de télégraphie et de phototélégraphie	M.800–M.899
Liaisons internationales louées par groupes primaires et secondaires	M.900–M.999
Circuits internationaux loués	M.1000–M.1099
Systèmes et services de télécommunication mobile	M.1100–M.1199
Réseau téléphonique public international	M.1200–M.1299
Systèmes internationaux de transmission de données	M.1300–M.1399
Appellations et échange d'informations	M.1400–M.1999
Réseau de transport international	**M.2000–M.2999**
Réseau de gestion des télécommunications	M.3000–M.3599
Réseaux numériques à intégration de services	M.3600–M.3999
Systèmes de signalisation par canal sémaphore	M.4000–M.4999

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

Recommandation UIT-T M.2201

Objectifs, allocations et limites de qualité de fonctionnement pour la mise en service et la maintenance des connexions internationales de voies et de conduits virtuels ATM

Résumé

La présente Recommandation indique les objectifs, valeurs et limites de qualité de fonctionnement attribués, ainsi que les procédures de mesure utilisées, pour la mise en service et la maintenance de connexions de conduit virtuel (VPC, *virtual path connection*) ou de voie virtuelle (VCC, *virtual channel connection*) internationales de bout en bout permanentes et semi-permanentes en mode ATM ou de portions de connexion faisant partie d'une connexion VPC ou VCC internationale en mode ATM. La qualité de fonctionnement y est examinée sous trois aspects: le taux d'erreur, le temps de propagation et la disponibilité. Certains des objectifs de qualité de fonctionnement, définis dans l'UIT-T I.356 et l'UIT-T I.371 dépendent de la classe de qualité de service (QS) choisie par l'utilisateur.

Source

La Recommandation M.2201 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 4 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 15 mars 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Mots clés

Attribution d'objectifs de qualité de fonctionnement, disponibilité, limites de qualité de fonctionnement, limite de qualité de fonctionnement dégradée, limite de qualité de fonctionnement inacceptable, mise en service, seconde avec erreurs, seconde gravement erronée, surveillance en 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 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 2001

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

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	2
3	Termes et définitions	3
4	Abréviations	5
5	Modèle fictif de référence	7
5.1	Modèle général	7
	5.1.1 Modèle national	7
	5.1.2 Modèle d'opérateur	9
5.2	Relation entre les conduits virtuels ATM et les conduits physiques	9
5.3	Dispositif de test	10
6	Objectifs de qualité de fonctionnement	11
6.1	Evénements de référence significatifs sur le plan des performances, paramètres et objectifs de qualité de fonctionnement	11
6.2	Principes d'attribution d'objectifs de qualité de fonctionnement pour des connexions VPC/VCC de bout en bout	12
7	Mesures de la qualité de fonctionnement	17
7.1	Mesures de la qualité de fonctionnement pour la mise en service	17
7.2	Mesures de la qualité de fonctionnement pour la maintenance	18
7.3	Disponibilité	20
7.4	Evaluation des objectifs de qualité de fonctionnement	20
8	Contribution du réseau de gestion des télécommunications	21
9	Limites de qualité de fonctionnement	21
9.1	Relation entre les limites et les objectifs de qualité de fonctionnement	21
9.2	Types de limites	22
9.3	Méthode de calcul des objectifs et des limites de qualité de fonctionnement des connexions ATM	22
9.4	Surveillance/mesure de la qualité à long terme	22

Introduction

La présente Recommandation décrit les procédures d'exploitation et les caractéristiques de fonctionnement des connexions VPC en mode ATM conçues conformément aux Recommandations pertinentes de la série I et utilisées pour la prise en charge de connexions VCC en mode ATM. Elle est essentiellement axée sur l'utilisation des fonctions de surveillance en service intégrées dans les équipements ATM, et notamment sur les flux informationnels OAM (exploitation et maintenance), F4 et F5 spécifiés dans l'UIT-T I.610. Toutefois, tous les types d'équipements ATM n'incorporent pas de telles fonctions OAM. Aussi faudra-t-il également procéder à des essais hors service (HS) pour faire en sorte que les limites de qualité de fonctionnement en service soient respectées pendant les opérations de mise en service (BIS, *bringing-into-service*) et de maintenance.

Les objectifs de qualité de fonctionnement à long terme (un mois) des réseaux ATM pour le transfert de cellules et la disponibilité sont définis dans l'UIT-T I.356 et l'UIT-T I.357 respectivement. Les caractéristiques de qualité de fonctionnement à court terme, pour le transfert de cellules et la disponibilité du point de vue de l'exploitation et de la maintenance, font l'objet de la présente Recommandation.

Les dispositions de l'UIT-T I.356 et l'UIT-T M.2201 sont applicables d'un bout à l'autre de la connexion, du point de mesure T (point MPT) du pays d'origine au point MPT du pays de terminaison. La présente Recommandation permet de calculer les objectifs de qualité de fonctionnement pour des connexions réelles conformément à l'UIT-T I.356 (qui utilise un modèle national); l'attribution d'objectifs de qualité de fonctionnement à un opérateur isolé n'y est pas expressément examinée. En cas d'exploitation d'une ou de plusieurs connexions ou parties de connexion par plusieurs opérateurs, les modalités de répartition entre ceux-ci des objectifs de qualité de fonctionnement appellent un complément d'étude.

La présente Recommandation fait partie de la série M.22xx relative à l'exploitation et à la maintenance de la couche ATM (c'est-à-dire la couche située au-dessus de la couche Physique). Elle ne traite pas des services de la couche d'adaptation ATM (AAL) ni de la mise en place et de la mise en service d'équipements ATM dans le réseau. Les Recommandations de la série M.21xx indiquent les objectifs, valeurs et limites de qualité de fonctionnement attribués au réseau de la couche Physique qui supporte la couche ATM. Les fonctions de surveillance intégrées définies dans ces Recommandations sont assurées par les flux informationnels OAM F1, F2 et F3 définis dans l'UIT-T I.610.

Recommandation UIT-T M.2201

Objectifs, allocations et limites de qualité de fonctionnement pour la mise en service et la maintenance des connexions internationales de voies et de conduits virtuels ATM

1 Domaine d'application

La présente Recommandation indique les objectifs, valeurs et limites de qualité de fonctionnement attribués ainsi que les procédures de mesure utilisées pour la mise en service et la maintenance de connexions de conduit virtuel (VPC, *virtual path connection*) de voie virtuelle (VCC, *virtual channel connection*) internationales de bout en bout permanentes et semi-permanentes en mode ATM ou de portions de connexion faisant partie d'une connexion VPC ou VCC internationale en mode ATM. La qualité de fonctionnement y est examinée sous trois aspects: le taux d'erreur, le temps de propagation et la disponibilité.

La présente Recommandation indique les objectifs, valeurs et limites de qualité de fonctionnement attribués pour la mise en service (BIS, *bringing-into-service*) et la maintenance de connexions VPC internationales de transport permanentes et semi-permanentes en mode ATM établies sur des réseaux à hiérarchie numérique plésiochrone (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*), à hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*) ou à fibres optiques, s'agissant des flux informationnels OAM (*operations, administration and maintenance*) F1 à F5 (voir Figure 3/I.610 [7]). La présente Recommandation fait partie de la série M.22xx qui traite des flux F4 et F5 (c'est-à-dire des flux situés au-dessus de la couche Physique); la série M.21xx traite des flux F1 à F3. La présente Recommandation ne traite pas des services de la couche d'adaptation ATM (AAL) ni de la mise en place et de la mise en service d'équipements ATM dans le réseau.

Du fait que les prescriptions de mise en service et de maintenance diffèrent en fonction du niveau de priorité des cellules, des limites différentes sont indiquées, en fonction des priorités de perte de cellules (CLP, *cell loss priority*) CLP = 0 et CLP = 0 + 1. Des paramètres et limites de qualité de fonctionnement sont également indiqués pour le déclenchement des opérations de maintenance (localisation des dérangements, réparations, par exemple). Dans le cas d'un dérangement, le réacheminement automatique des cellules est pris en considération dans la détermination des limites. Celles-ci sont conçues compte tenu des objectifs de qualité de fonctionnement à long terme définis dans l'UIT-T I.356 [4].

La présente Recommandation se fonde sur l'hypothèse que le format et la structure des cellules ATM décrits dans l'UIT-T I.150 [1] sont utilisés, ainsi que les principes et les fonctions OAM du RNIS-LB de l'UIT-T I.610 [7]. Des méthodes permettant d'extraire des cellules OAM des informations sur la qualité de fonctionnement ainsi que d'autres informations sur les conduits y sont également indiquées.

La présente Recommandation permet de calculer les objectifs de qualité de fonctionnement pour des connexions réelles conformément à l'UIT-T I.356 [4] (qui utilise un modèle national); l'attribution d'objectifs de qualité de fonctionnement à un opérateur isolé n'y est pas expressément examinée. En cas d'exploitation d'une ou de plusieurs connexions ou parties de connexion par plusieurs opérateurs, les modalités de répartition entre ceux-ci des objectifs de qualité de fonctionnement appellent un complément d'étude.

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.150 (1999), *Caractéristiques fonctionnelles du mode de transfert asynchrone du RNIS à large bande*.

[2] UIT-T I.326 (1995), *Architecture fonctionnelle des réseaux de transport fondés sur le mode ATM*.

[3] UIT-T I.353 (1996), *Evénements de référence permettant de définir les paramètres de performance du RNIS et du RNIS-LB*.

[4] UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB*.

[5] UIT-T I.357 (2000), *Disponibilité des connexions semi-permanentes du RNIS-LB*.

[6] UIT-T I.371 (2000), *Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB*.

[7] UIT-T I.610 (1999), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande*.

[8] UIT-T M.20 (1992), *Philosophie de maintenance pour les réseaux de télécommunication*.

[9] UIT-T M.34 (1988), *Surveillance de la qualité des systèmes et équipements de transmission internationaux*.

[10] UIT-T M.60 (1993), *Termes et définitions relatifs à la maintenance*.

[11] UIT-T M.2100 (1995), *Limites de performance pour la mise en service et la maintenance des conduits, des sections et des systèmes de transmission numériques internationaux à hiérarchie numérique plésiochrone*.

[12] UIT-T M.2101 (2000), *Limites de qualité et objectifs de fonctionnement pour la mise en service et la maintenance des conduits et des sections multiplex SDH internationaux*.

[13] UIT-T M.2140 (2000), *Corrélation des événements dans les réseaux de transport*.

[14] UIT-T M.3010 (2000), *Principes des réseaux de gestion des télécommunications*.

[15] UIT-T M.3200 (1997), *Services de gestion du réseau de gestion des télécommunications et domaines gérés des télécommunications: aperçu général*.

[16] UIT-T M.3207.1 (1996), *Service de gestion RGT: aspects maintenance de la gestion du RNIS-LB*.

[17] UIT-T M.3400 (2000), *Fonctions de gestion du réseau de gestion des télécommunications*.

[18] UIT-T M.3600 (1992), *Principes de gestion des RNIS*.

[19] UIT-T M.3610 (1996), *Principes d'application du concept de réseau de gestion des télécommunications à la gestion du RNIS-LB*.

[20] UIT-T M.3611 (1997), *Gestion des tests de la couche ATM du RNIS-LB au moyen du réseau de gestion des télécommunications*.

[21] UIT-T O.191 (2000), *Equipement d'évaluation des caractéristiques de transfert de cellules de la couche ATM*.

3 Termes et définitions

Les termes et définitions d'ordre général se rapportant à la présente Recommandation figurent dans les Recommandations UIT-T I.326 [2], I.353 [3], I.356 [4], I.357 [5], I.371 [6], I.610 [7], M.20 [8], M.34 [9], M.60 [10], M.2100 [11] et M.2101 [12]. Aux fins de la présente Recommandation, les définitions suivantes sont également utilisées:

3.1 objectif de qualité alloué (APO, *allocated performance objective*): objectif de qualité de fonctionnement pour une connexion réelle, calculé conformément aux règles d'allocation définies dans la présente Recommandation.

3.2 objectif de qualité de fonctionnement pour la mise en service (BISPO, *bringing-into-service performance objective*): objectif de qualité de fonctionnement pour une connexion ou une portion de connexion réelle, calculé d'après l'objectif de qualité de fonctionnement alloué à cette connexion ou portion de connexion et utilisé pour les essais de mise en service.

3.3 point de connexion (CP, *connection point*): point de référence au niveau duquel le signal de sortie d'une source de terminaison de chemin ou d'une connexion est associé au signal d'entrée d'une autre connexion, ou au niveau duquel le signal de sortie d'une connexion est associé au signal d'entrée d'un puits de terminaison de chemin ou d'une autre connexion.

3.4 connexion VPC ou VCC de bout en bout: connexion VPC ou VCC existant entre deux points de mesure MPT et pouvant traverser plusieurs nœuds de commutation/brassage fonctionnant en mode ATM.

3.5 point de mesure (MP, *measurement point*): point situé au niveau d'une interface séparant le réseau ou l'équipement/client (CEQ) ou un nœud de commutation/signalisation (SSN) d'un système de transmission associé au niveau duquel des protocoles recommandés par l'UIT peuvent être observés.

NOTE 1 – Le terme nœud de commutation/signalisation (SSN) désigne collectivement tout équipement ayant accès à la couche ATM dans le réseau de transport considéré.

NOTE 2 – Des points de mesure (MP) tels que définis ici existent au niveau d'un grand nombre d'interfaces physiques dans une connexion. La présente Recommandation n'a pas pour objet de spécifier la qualité de fonctionnement entre des paires arbitraires de points de mesure.

NOTE 3 – Dans un RNIS-LB, les points de mesure sont situés au niveau d'interfaces où le mode ATM est accessible. Leur emplacement exact dans la pile de protocoles dépendra de si la connexion considérée est une connexion VPC ou une connexion VCC.

3.6 point de mesure O (MPO, *measurement point O*): point de mesure situé au niveau d'une interface d'extrémité d'un système de transmission, par exemple, en limite de réseau d'un opérateur [point de contact (PO)] ou dans un centre de commutation international (CCI). Les points de mesure T (MPT) et les différents points MPO qui leur sont associés délimitent les parties d'une connexion de bout en bout auxquelles des objectifs de qualité de fonctionnement sont spécifiés.

3.7 point de mesure T (MPT, *measurement point T*): point de mesure situé au niveau d'une interface associée à un point de référence T. Cette interface sépare le réseau ou l'équipement/client (CEQ) de la section numérique qui lui est associée. Le niveau T (ou T_{LB} dans le cas d'un RNIS-LB) peut ne pas se trouver à l'emplacement idéal et être difficile d'accès. Dans la pratique, pour procéder aux mesures au niveau du point MPT dans un RNIS-LB, on appliquera une des deux méthodes suivantes:

– repérage d'une série d'essais physiques au niveau du point MPT et reproduction des fonctions du protocole ATM à l'extérieur du réseau ou de l'équipement/client d'abonné (CEQ); ou

– évaluation approximative de la qualité de fonctionnement au niveau du point MPT par des observations dans le réseau au niveau du premier point où la couche ATM est observable.

3.8 flux OAM (exploitation et maintenance): flux informationnel transféré dans le réseau au moyen d'un canal dédié, transporté par des octets ou des bits particuliers des systèmes de transmission dans la couche Physique, et par des cellules ATM particulières dites d'exploitation et de maintenance dans la couche ATM.

3.9 objectif de qualité de fonctionnement (PO, *performance objective*): qualité de fonctionnement à atteindre sur la connexion de référence de bout en bout spécifiée dans la présente Recommandation (voir la Figure 1 à titre d'exemple), dont on admet que la longueur maximale est de 27 500 km.

3.10 connexion de conduit virtuel (VPC, *virtual path connection*) ou connexion de voie virtuelle (VCC, *virtual channel connection*) permanente: connexion de couche ATM qui existe entre deux points MPT ou deux nœuds de commutation/brassage ATM, établie et configurée en permanence pour le transport d'informations ATM entre ces deux points. Chaque connexion VPC est considérée comme étant une entité de transport unidirectionnelle pouvant contenir une ou plusieurs connexions VCC. Dans le cas d'une connexion VPC ou VCC bidirectionnelle, tous les objectifs, limites et autres paramètres de qualité de fonctionnement doivent être appliqués à chaque sens indépendamment de l'autre. Signalons toutefois que l'utilisation de la fonctionnalité OAM I.610 [7] exige la mise en œuvre d'une voie de retour pour acheminer les informations OAM.

3.11 segment: partie d'une connexion VPC ou VCC qui est délimitée par deux points de connexion désignés respectivement comme le point de connexion source du segment et le point de connexion puits du segment.

3.12 connexion VPC ou VCC semi-permanente: connexion de couche ATM qui existe entre deux points MPT ou deux nœuds de commutation/brassage, établie et configurée pour une durée limitée pour le transport d'informations ATM entre ces deux points. Chaque connexion VPC est considérée comme étant une entité de transport unidirectionnelle pouvant contenir une ou plusieurs connexions VCC. Dans le cas d'une connexion VPC ou VCC bidirectionnelle, tous les objectifs, limites et autres paramètres de qualité de fonctionnement doivent être appliqués à chaque sens indépendamment de l'autre.

3.13 puits : terme utilisé pour indiquer que les informations OAM sont supprimées (par exemple par la fonction puits de terminaison de chemin) du signal entrant pour traitement complémentaire.

3.14 source: terme utilisé pour indiquer que les informations OAM sont insérées dans le signal sortant (par exemple par la fonction source de terminaison de chemin) pour traitement complémentaire en aval (par exemple par la fonction puits de terminaison de chemin).

3.15 point de connexion de terminaison (TCP, *termination connection point*): type particulier de point de connexion dans lequel une fonction de terminaison de chemin est associée à une fonction d'adaptation ou à une fonction de connexion. Dans le modèle d'information, le point de connexion de terminaison est appelé point de terminaison de chemin (TTP).

3.16 entité de maintenance de connexion VPC/VCC de bout en bout: entité de maintenance délimitée par les extrémités de connexion, à savoir:

i) le point TCP source;

ii) le point TCP puits.

Cette entité de maintenance est bidirectionnelle en ce sens que le point TCP source pour un sens donné et le point TPC puits pour le sens opposé sont appariés à chaque extrémité de l'entité de maintenance (les fonctions de terminaison de chemin VP/VC sont situées au niveau de ces points TCP). Cette entité de maintenance est créée (ou supprimée) lors de l'établissement (ou de la libération) de la connexion VPC/VCC.

3.17 entité de maintenance de segment de connexion VPC/VCC: entité de maintenance délimitée par les extrémités de segment, à savoir:

i) le point de connexion source de segment;

ii) le point de connexion puits de segment.

Cette entité de maintenance est bidirectionnelle en ce sens que le point de connexion source de segment pour un sens donné et le point de connexion puits pour le sens opposé sont appariés à chaque extrémité de l'entité de maintenance (les fonctions de terminaison de chemin de sous-couche VP/VC sont situées au niveau de ces points de connexion). Cette entité de maintenance est ajustable, c'est-à-dire qu'elle peut être créée ou supprimée à la suite d'une action du RGT. Il convient de noter que le point de connexion source/puits de segment peut être adjacent au point TCP source/puits et que des entités de maintenance de segment de connexion peuvent être imbriquées dans des entités de maintenance de connexion de bout en bout.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

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

AIS signal d'indication d'alarme (*alarm indication signal*)

APO objectif de qualité alloué (*allocated performance objective*)

APS commutateur de protection ATM (*ATM protection switching*)

ATC capacité de transfert ATM (*ATM transfer capability*)

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

BIS mise en service *(bringing-into-service)*

BISPO objectif de qualité de fonctionnement pour la mise en service (*BIS performance objective*)

BR signalisation vers l'arrière (*backward reporting*)

CBR débit constant (*constant bit rate*)

CC contrôle de continuité (*continuity check*)

CDV variation du temps de propagation des cellules (*cell delay variation*)

CDVT tolérance sur la variation du temps de propagation des cellules (*cell delay variation tolerance*)

CEQ réseau ou équipement/client (*customer equipment*)

CER taux d'erreurs de cellules (*cell error ratio*)

CL perte de cellules (*cell loss*)

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

CLR taux de perte de cellules (*cell loss ratio*)

CM erreur d'insertion de cellule (*cell misinsertion*)

CMR débit de cellules mal insérées (*cell misinsertion rate*)

CP point de connexion (*connection point*)

CRC contrôle de redondance cyclique (*cyclic redundancy checksum*)

CTD temps de transfert de cellules (*cell transfer delay*)

DPL limite de qualité dégradée (*degraded performance limit*)

ECB bloc de cellules erroné (*errored cell block*)

ES seconde erronée (*errored second*)

FPM surveillance de la qualité de fonctionnement vers l'avant (*forward performance monitoring*)

FS station frontalière (*frontier station*)

HS hors service

IIP tronçon international entre opérateurs (*international interoperator portion*)

IP tronçon entre opérateurs (*inter-operator portion*)

IS en service (*in-service)*

ISM surveillance en service (*in-service monitoring)*

ITP tronçon de transit international (*international transit portion*)

LB bouclage (*loopback*)

LCD délimitation avec perte de cellules (*loss of cell delineation*)

LOC perte de continuité (*loss of continuity*)

LOS perte de signal (*loss of signal*)

MBS taille maximale de rafale (*maximum burst size)*

MCTD temps de transfert moyen de cellules (*mean cell transfer delay)*

ME entité de maintenance (*maintenance entity*)

MP point de mesure (*measurement point*)

MPI point de mesure I (*measurement point international boundary)*

MPO point de mesure O (*measurement point operator boundary*)

MPT point de mesure T_{LB} (*measurement point at* T_B)

NE élément de réseau *(network element)*

NP performance du réseau *(network performance)*

NPC commande de paramètres de réseau *(network parameter control)*

NPP paramètre de performance du réseau *(network performance parameter)*

OAM gestion, exploitation et maintenance *(operation, administration and maintenance)*

OS système d'exploitation *(operations system)*

PCR débit cellulaire crête *(peak cell rate)*

PDH hiérarchie numérique plésiochrone *(plesiochronous digital hierarchy)*

PM surveillance de la performance *(performance monitoring)*

PO objectif de qualité de fonctionnement *(performance objective)*

POH préfixe de conduit *(path overhead)*

PTI indicateur du type de charge utile *(payload type indicator)*

QS qualité de service

RDI indication de panne distante *(remote defect indication)*

RGT réseau de gestion des télécommunications

RNIS réseau numérique à intégration de services

RNIS-LB réseau numérique à intégration de services à large bande

SCR débit cellulaire soutenu *(sustainable cell rate)*

SDH hiérarchie numérique synchrone *(synchronous digital hierarchy)*

SECB bloc de cellules sévèrement erroné *(severely errored cell block)*

SECBR taux de blocs de cellules sévèrement erroné *(severely errored cell block ratio)*

SES seconde sévèrement erronée *(severely errored second)*

SSN nœud de commutation/signalisation *(switching/signalling node)*

TCP point de connexion de terminaison *(termination connection point)*

UAS seconde d'indisponibilité *(unavailable second)*

UNI interface utilisateur-réseau *(user-network interface)*

UPC commande de paramètre d'utilisation *(usage parameter control)*

UPL limite de qualité inacceptable *(unacceptable performance limit)*

VC voie virtuelle *(virtual channel)*

VCC connexion de voie virtuelle *(virtual channel connection)*

VCI identificateur de voie virtuelle *(virtual channel identifier)*

VP conduit virtuel *(virtual path)*

VPC connexion de conduit virtuel *(virtual path connection)*

VPI identificateur de conduit virtuel *(virtual path identifier)*

5 Modèle fictif de référence

5.1 Modèle général

5.1.1 Modèle national

On mesure la qualité de fonctionnement du transfert des cellules ATM en observant les événements de référence générés au moment où les cellules ATM franchissent les points de mesure. L'UIT-T I.353 [3] définit les points de mesure et les événements de référence associés servant d'éléments de base pour décrire la qualité de fonctionnement du RNIS et du RNIS-LB.

Conformément à l'UIT-T I.353 [3], les seules cellules générant des événements de référence sont celles de type de charge utile d'une cellule d'information utilisateur. Il s'ensuit que les prescriptions de qualité de fonctionnement de l'UIT-T I.356 [4], et par conséquent la présente Recommandation, ne s'appliquent qu'au transfert de cellules d'information utilisateur.

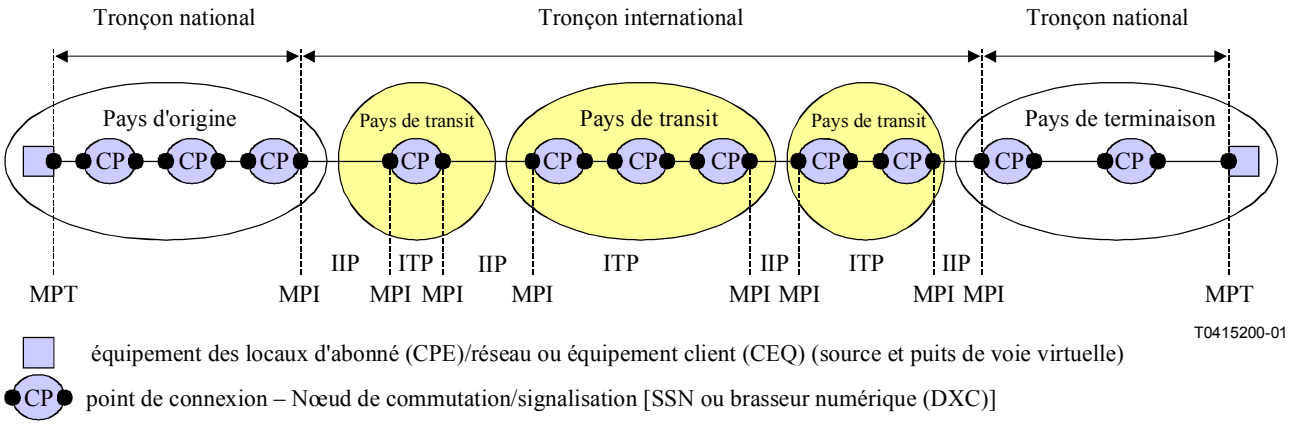


Figure 1a/M.2201 – Exemple de connexion de voie virtuelle et tronçons de la connexion

La Figure 1a montre un exemple de connexion VPC traversant trois pays de transit. En général, le tronçon international d'une telle connexion peut être subdivisé en plusieurs tronçons internationaux de transit (ITP) et tronçons internationaux entre opérateurs (IIP). Un tronçon ITP est un tronçon de connexion entre deux points MPI d'un même pays de transit. Un tronçon IIP est un tronçon de connexion entre deux points MPI de pays différents.

Par convention, IIP (n) désigne le nombre "n" de pays de transit intervenant dans chaque tronçon IIP.

Il convient de noter que, dans le cas d'une connexion VPC:

– le nombre de tronçons IIP est supérieur d'une unité au nombre de pays de transit;

– tous les tronçons IIP sont du type IIP (0);

– tous les pays de transit ont au moins un point MPI.

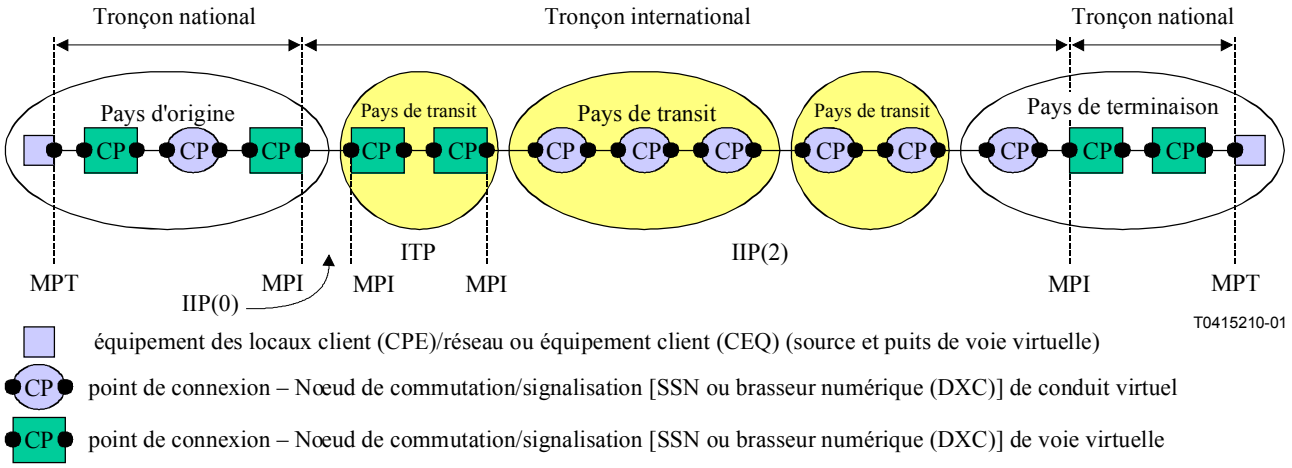


Figure 1b/M.2201 – Exemple de connexion de voie virtuelle et tronçons de la connexion

La Figure 1b montre un exemple de connexion VCC traversant trois pays de transit. Comme indiqué dans l'UIT-T I.353 [3], les points MPT correspondent aux points de référence au niveau T_{LB} ou se situent à proximité de ceux-ci, c'est-à-dire qu'ils correspondent au réseau ou l'équipement/client (CEQ) ou se situent à proximité de celui-ci.

Il convient de noter que, dans le cas d'une connexion VPC:

– le nombre de tronçons IIP dépend de la position des nœuds SSN de la connexion VCC;

– plusieurs sortes de tronçons IIP peuvent coexister dans une connexion;

– les pays de transit n'ont pas tous un point MPI.

5.1.2 Modèle d'opérateur

Le modèle utilisé au 5.1.1 ne s'applique pas à un environnement dans lequel interviennent plusieurs opérateurs. Ce cas peut être décrit de manière plus appropriée au moyen du modèle représenté sur la Figure 1c, appliqué à une connexion VPC.

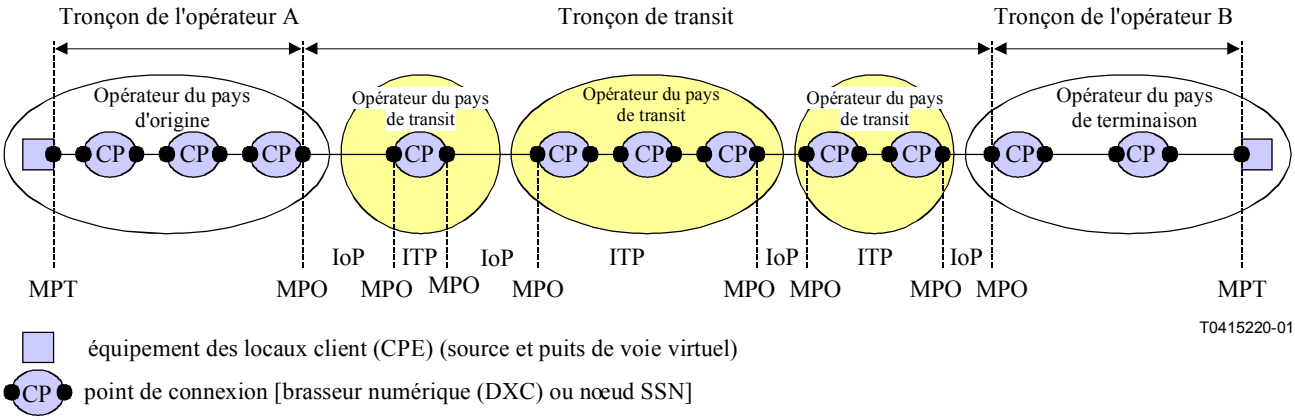


Figure 1c/M.2201 – Exemple de connexion de conduit virtuel et tronçons de la connexion dans un environnement dans lequel interviennent plusieurs opérateurs

Dans le présent paragraphe, les points MPO sont des points de mesure établis au niveau des nœuds de commutation/signalisation (SSN), avant et après la traversée de la frontière du réseau de l'opérateur par la connexion.

Aux fins de la gestion de la qualité de fonctionnement dans l'environnement considéré ici, les connexions ATM sont subdivisées dans les types de tronçons de connexion indiqués ci-dessous:

– tronçons de connexion situés entre le point MPT et le point MPO se trouvant tous deux dans le réseau de l'opérateur du pays d'origine ou de terminaison;

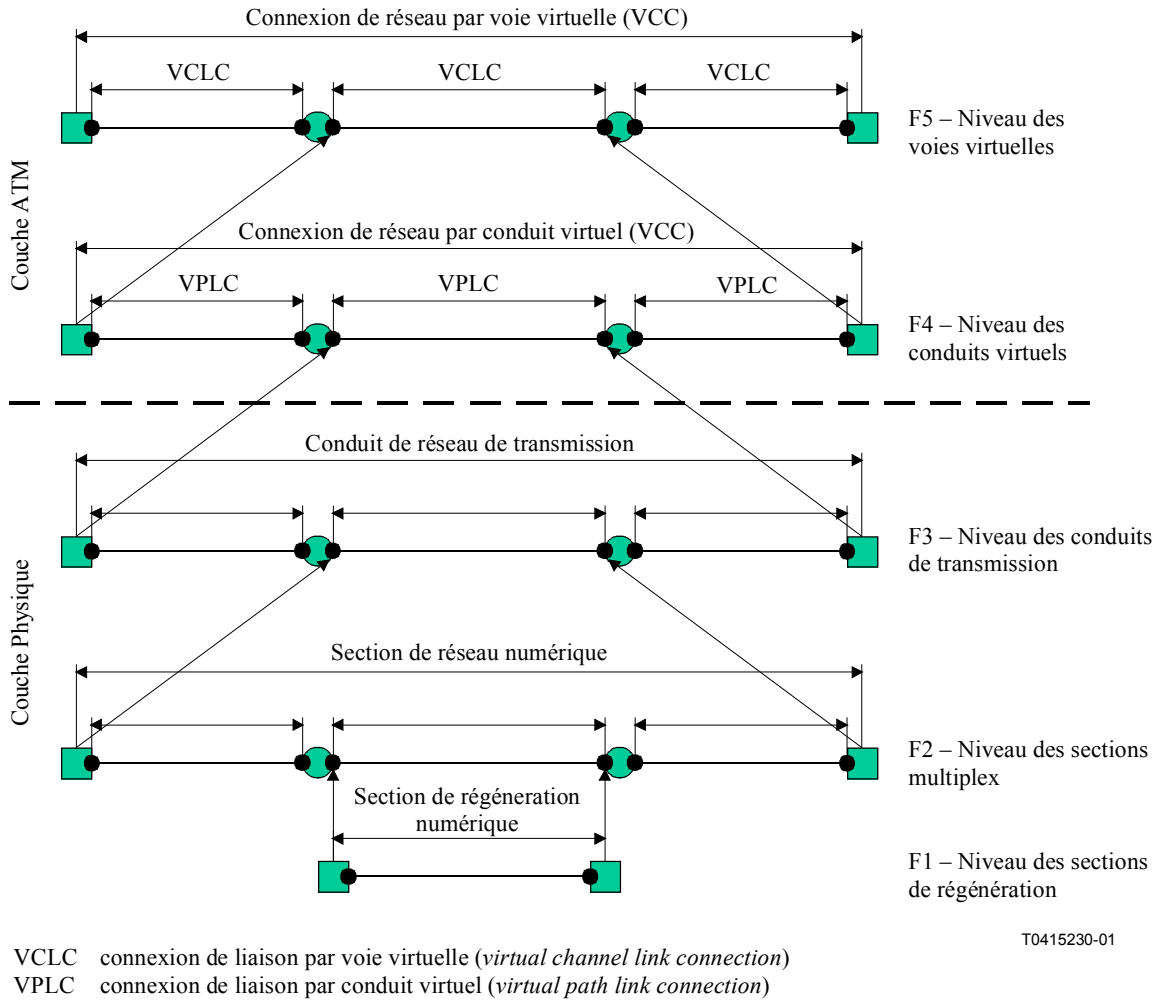
– tronçons de transit entre opérateurs (ITP) situés entre deux points MPO du même domaine d'opérateur du pays de transit. Dans le cas de conduits virtuels, le tronçon ITP sera constitué d'au moins un noeud SSN de conduit virtuel;

– tronçons entre opérateurs (IOP): tronçons de connexion situés entre deux points MPO appartenant à des domaines d'opérateurs différents. Dans le cas de conduits virtuels, il n'existe pas de commutateur ou de brasseur ATM entre les deux points MPO;

– des réseaux ATM privés peuvent être utilisés pour connecter à ce modèle de réseau public les utilisateurs terminaux à l'un des points MPT ou aux deux. L'impact quantitatif de tels réseaux sur la qualité de service de bout en bout appelle un complément d'étude et n'est pas traité actuellement dans la présente Recommandation.

5.2 Relation entre les conduits virtuels ATM et les conduits physiques

Les commutateurs ou brasseurs ATM dont proviennent ou auxquels aboutissent les conduits virtuels ne doivent pas nécessairement correspondre aux conduits de la couche Physique ou à d'autres conduits virtuels, comme le montre la Figure 2.



VCLC connexion de liaison par voie virtuelle (*virtual channel link connection*)
VPLC connexion de liaison par conduit virtuel (*virtual path link connection*)

Figure 2/M.2201 – Niveaux hiérarchiques OAM et leur relation avec les couches Réseau

5.3 Dispositif de test

Etant donné que la qualité de fonctionnement est spécifiée d'un point MPT à un autre, on utilisera pour les essais de mise en service (BIS) un flux informationnel hors service (HS) transporté entre appareils de mesure conformes à l'UIT-T O.191 [21] et appliqué au niveau des points MPT (MPI ou MPO dans le cas d'un tronçon de connexion). Comme le montre la Figure 3, on peut utiliser un flux OAM de surveillance en service (ISM, *in service monitoring*) entre les tronçons de connexion.

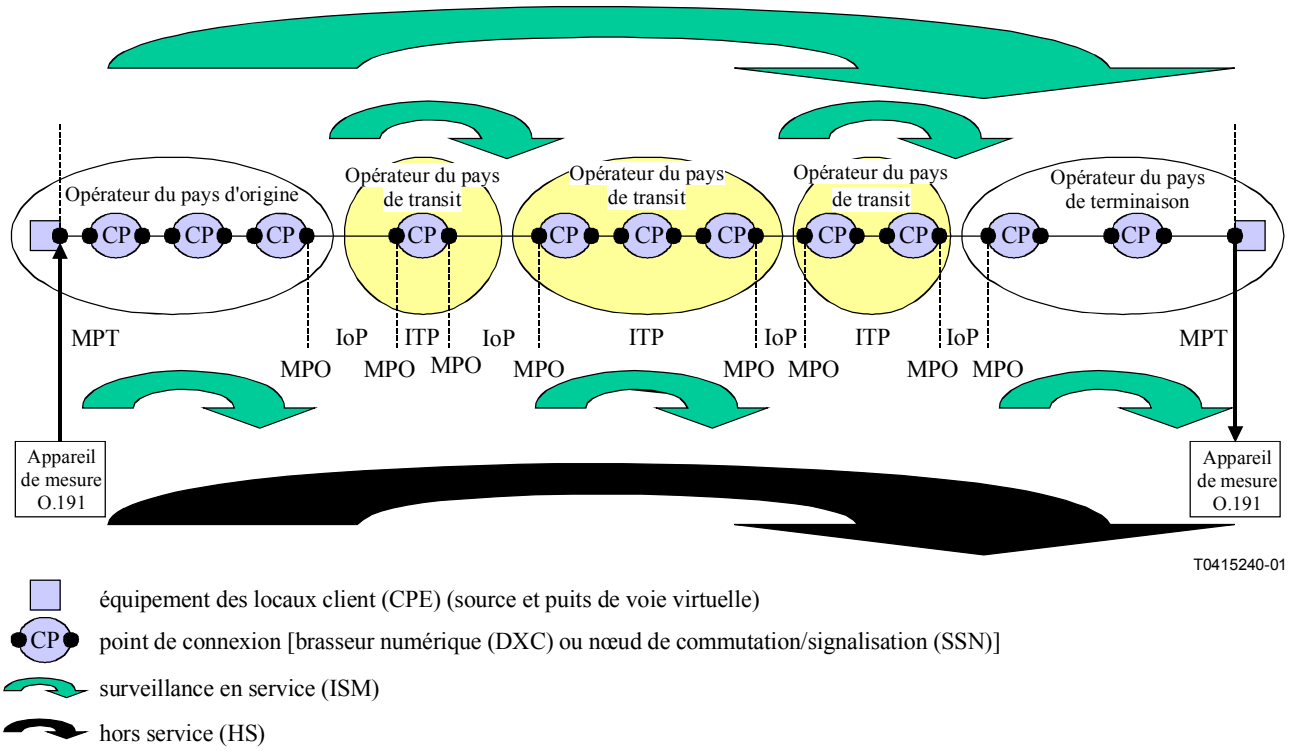


Figure 3/M.2201 – Dispositif de test pour tronçons de connexion ATM

6 Objectifs de qualité de fonctionnement

6.1 Evénements de référence significatifs sur le plan des performances, paramètres et objectifs de qualité de fonctionnement

L'UIT-T I.353 [3] et l'UIT-T I.356 [4] définissent respectivement les événements de référence de transfert de cellules ATM et les résultats de transfert de cellules ATM entre deux points de mesure. Ces événements et résultats servent à déterminer les paramètres de performance du réseau ATM (NPP, *network performance parameters*) ainsi que la qualité de service (QS) fournie en conséquence par la connexion VPC ou VCC. Les paramètres NPP, qui ont trait à la fois à la distance et à la complexité de la connexion, sont notamment les suivants:

– taux d'erreurs de cellules (CER, *cell error ratio*);

– taux de perte de cellules (CLR, *cell loss ratio*) pour les trois flux de priorité de perte de cellules (CLP);

– débit de cellules mal insérées (CMR, *cell misinsertion rate*)[1];

– taux de blocs de cellules gravement erroné (SECBR, *severely errored cell block ratio*);

– temps de transfert de cellules (CTD, *cell transfer delay*);

– temps de transfert moyen de cellules (MCTD, *mean cell tranfer delay*);

[1] Il est peut-être sans intérêt ou peu pratique de mesurer l'objectif de qualité de fonctionnement du débit CMR pendant la mise en service (<1 cellule mal insérée par jour, par exemple), mais une surveillance des cellules mal insérées doit néanmoins être effectuée pendant la maintenance.

– variation du temps de propagation des cellules (CDV, *cell delay variation*), qu'il s'agisse de la variation CDV en 1 point de mesure (CDV 1 pt.) ou de la variation CDV entre 2 points (CDV 2 pt.);

– disponibilité.

Le Tableau 1 indique les objectifs de qualité de fonctionnement de référence types pour les paramètres NPP en fonction des différentes classes de qualité de service. Ces objectifs pratiques de qualité de fonctionnement en service s'appliquent à chaque sens de transmission 24 heures sur 24, par opposition aux objectifs à long terme (un mois) spécifiés dans l'UIT-T I.356 [4] et l'UIT-T I.357 [5].

Tableau 1/M.2201 – Objectifs de qualité de fonctionnement de référence d'une connexion VPC/VCC en mode ATM

Classe de qualité de service	Taux CER	Taux CLR_{0+1}	Taux CLR_0	Débit CMR	Taux SECBR	UAT	Temps CTD (ms) *Service de Terre*	Temps CTD (ms) *Service par satellite*	Variation CDV entre 2 points (CDV 2 pt.) (ms)
1	2×10^{-6}	$1{,}5 \times 10^{-7}$	X	0	5×10^{-5}	0	400	700	1,5
2	2×10^{-6}	5×10^{-6}	X	1/jour	5×10^{-5}	0	X	X	X
3	2×10^{-6}	X	5×10^{-6}	1/jour	5×10^{-5}	0	X	X	X
5	2×10^{-6}	X	$1{,}5 \times 10^{-7}$	1/jour	5×10^{-5}	0	400	700	3
U	X	X	X	X	X	X	X	X	X

NOTE – La nécessité de tests différents pour évaluer la qualité de service est à l'étude.
X = pas de valeur précise à atteindre.

Des méthodes de détection de l'état d'indisponibilité sont spécifiées dans l'UIT-T I.357 [5]. L'une de ces méthodes utilise un compteur enregistrant le nombre d'apparitions de périodes de 10 secondes SES_{ATM} consécutives avec hystérésis. Toutefois, aucun nombre limite de secondes SES_{ATM} ou aucun objectif de qualité de fonctionnement pour la disponibilité n'est actuellement spécifié. On trouvera au 7.3 des précisions sur la qualité de fonctionnement en matière de disponibilité.

6.2 Principes d'attribution d'objectifs de qualité de fonctionnement pour des connexions VPC/VCC de bout en bout

Le présent paragraphe spécifie les principes d'attribution d'objectifs de qualité de fonctionnement aux connexions VPC ou VCC de bout en bout en mode ATM, pour les différents tronçons de connexion représentées sur les Figures 1a et 1b.

Il incombe à chaque opérateur de concevoir son réseau de manière que celui-ci soit compatible avec l'objectif de qualité de fonctionnement attribué à son tronçon de connexion VPC ou VCC. La valeur attribuée à chaque tronçon de la connexion VPC ou VCC, exprimée en pourcentage de l'objectif de qualité de fonctionnement global de bout en bout, peut être déterminée d'après les valeurs indiquées dans les Tableaux 2 et 3 respectivement. Les valeurs attribuées sont établies d'après l'UIT-T I.356 [4].

Tableau 2/M.2201 – Objectif de qualité de fonctionnement maximal attribué aux tronçons d'une connexion VPC de Terre

	Paramètre	Unités	Valeur globale attribuée		Valeur attribuée en fonction de la distance	Complexité
			Tronçon international	Tronçon international (Note 2)		
Qualité de fonctionnement exprimée par le taux d'erreur	CER/SECBR	Pourcentage	1% + (N_{TC} × 3)%	17,5%	1% tous les 500 km	–
	CLR classe 1 & 5	Pourcentage	1% + (N_{TC} × 8)%	23,0%	1% tous les 1000 km	–
	CLR classe 2 & 3	Pourcentage	1% + (N_{TC} × 10)%	34,5%	–	–
Qualité de fonctionnement exprimée par le temps de propagation	CTD classe 1 & 5	µs	–	–	≤ (R_{km} × 6,25)	N_{SW} × 300
	CDV classe 1	ms	N_{TC} × 0,7	1,5	–	–
	CDV classe 5	ms	N_{TC} × 1,5	3,0	–	–

NOTE 1 – N_{TC} = nombre de pays de transit, R = longueur de la voie (en km), N_{SW} = nombre de nœuds SSN.

NOTE 2 – Chaque connexion de bout en bout comportera un tronçon national dans le pays d'origine et un tronçon national dans le pays de terminaison.

Tableau 3/M.2201 – Objectif de qualité de fonctionnement maximal attribué aux tronçons de la connexion VCC de Terre

	Paramètre	Unités	Valeur globale attribuée			Valeur attribuée en fonction de la distance	Complexité
			Tronçon international entre opérateurs (IIP) (n)	Tronçon international de transit (ITP)	Tronçon international (Note 2)		
Qualité de fonctionnement exprimée par le taux d'erreur	CER/SECBR	Pourcentage	1% + (n × 3)%	2%	17,5%	1% tous les 500 km	–
	CLR classe 1 & 5	Pourcentage	1% + (n × 8)%	7%	23,0%	1% tous les 1000 km	–
	CLR classe 2 & 3	Pourcentage	1% + (n × 10)%	9%	34,5%	–	–
Qualité de fonctionnement exprimée par le temps de propagation	CTD classe 1 & 5	µs	–		–	≤ (R_{km} x 6,25)	N_{sw} × 300
	CDV classe 1 (Note 3)	ms	0,7 + 0,2 × (n−1)	0,7	1,5	–	–
	CDV classe 5 (Note 3)	ms	1,5 + 0,5 × (n−1)	1,5	3,0	–	–

NOTE 1 – R = longueur de la voie (en km), N_{SW} = nombre de nœuds SSN.

NOTE 2 – Chaque connexion de bout en bout comportera un tronçon national dans le pays d'origine et un tronçon national dans le pays de terminaison.

NOTE 3 – Pour la variation CDV, la valeur globale attribuée au tronçon IIP est calculée uniquement pour n > 0; pour n = 0, aucune valeur globale n'est attribuée au tronçon IIP.

Le taux CER et le taux SECBR sont essentiellement liés à la distance. Il ressort des mesures effectuées dans la pratique que le taux CLR est lié à la distance et à la complexité dans le cas de la classe de qualité de service 1, mais qu'il est lié principalement à la complexité dans le cas des classes de qualité de service 2 et 3. Toutefois, la complexité est prise en compte dans la valeur globale attribuée figurant dans les Tableaux 2 et 3 et aucune valeur en fonction de la distance n'est attribuée pour le taux CLR dans les classes de qualité de service 2 et 3.

Le temps CTD et le temps CTD moyen sont essentiellement liés à la distance, mais ils dépendent également de la complexité de la connexion ou du nombre de nœuds SSN. La variation de CDV est indépendante de la distance et dépend du nombre de nœuds SSN. Toutefois, la valeur globale attribuée tient compte de la complexité dans ce cas.

Les distances indiquées dans les Tableaux 2 et 3 sont les distances réelles ou, lorsque celles-ci sont inconnues, les distances calculées d'après le Tableau 5. Pour tout tronçon de connexion établi par satellite, il convient d'utiliser les valeurs suivantes:

Tableau 4/M.2201 – Objectif de qualité de fonctionnement maximal attribué à des tronçons de connexion VPC par satellite

	Paramètre	Unités	Tronçon national	Tronçon international	
				Tronçon international entre opérateurs (IIP) (n)	Tronçon international de transit (ITP)
Qualité de fonction-nement exprimée par le taux d'erreur	CER/SECBR	Pourcentage	42%	35 + (4 × n)%	36%
	CLR classe 1 & 5	Pourcentage	35%	25 + (5 × n)%	30%
	CLR classe 2 & 3	Pourcentage	–	–	–
Qualité de fonction-nement exprimée par le temps de propagation	CTD classe 1 & 5	ms	320	320	320

Tableau 5/M.2201 – Evaluation de la distance d'une connexion de Terre

Distance à vol d'oiseau (d)	Evaluation de la distance
d < 1000 km	d × 1,5
1000 ≤ d < 1200 km	1500 km
d ≥ 1200 km	d × 1,25

Il se peut que l'accès au train de bits pour une connexion VPC ou VCC donnée ne coïncide pas avec la fin d'un tronçon de connexion. En pareil cas, ou si un opérateur du pays de transit a d'autres points d'accès dans son réseau, il faudra parfois attribuer une sous-valeur pour les besoins de la maintenance, par exemple aux fins de la localisation des dérangements. Il appartiendra aux opérateurs de réseau concernés de procéder à l'attribution de ces sous-valeurs, à charge pour eux à veiller à ce que:

– la somme de ces sous-valeurs ne dépasse pas la valeur indiquée dans le Tableau 2 ou le Tableau 3 pour le tronçon de connexion en question;

– les sous-valeurs attribuées soient communiquées à tous les centres de maintenance avant la mise en service du conduit et après toute réorganisation susceptible de les modifier.

On trouvera ci-dessous deux exemples de calcul des valeurs des objectifs de qualité de fonctionnement à attribuer.

Exemple 1: calcul du taux SECBR et du taux CER pour la connexion VPC de la Figure 1a

Cette connexion comporte:

- un tronçon national dont la distance à vol d'oiseau entre ses points MPT et MPI est égale à 1000 km; la longueur de la voie est estimée à 1500 km;
- quatre tronçons internationaux entre opérateurs (IIP) dont la distance à vol d'oiseau entre leurs points MPI est égale à 500 km; la longueur de la voie est estimée à 750 km;
- trois tronçons internationaux de transit (ITP) dont la distance à vol d'oiseau entre leurs points MPI est égale à 500 km; la longueur de la voie est estimée à 750 km;
- un tronçon national dont la distance à vol d'oiseau entre ses points MPT et MPI est égale à 1000 km; la longueur de la voie est estimée à 1500 km.

Taux SECBR et CER:

Tronçon national = 2 × (17,5 + 3) = 41%;

Tronçon IIP + Tronçon ITP (valeur globale attribuée) = 1 + (3 × 3) = 10%;

Distance tronçon IIP + Tronçon ITP = (4 × 750) + (3 × 750) = 5250 km, (arrondi à 5500) ⇒ 11%;

Pourcentage global = 41 + 10 + 11 = 62%;

Exemple 2: calcul des taux SECBR et CER ainsi que de la variation CDV de classe 1 pour la connexion VCC de la Figure 1b

Cette connexion comporte:

- un tronçon national dont la distance à vol d'oiseau entre ses points MPT et MPI est égale à 1000 km; la longueur de la voie est estimée à 1500 km;
- un tronçon international entre opérateurs [IIP (0)] dont la distance à vol d'oiseau entre ses points MPI est égale à 500 km; la longueur de la voie est estimée à 750 km;
- un tronçon international entre opérateurs [IIP (2)] dont la distance réelle entre ses points MPI est égale à 3000 km;
- un tronçon international de transit (ITP) dont la distance à vol d'oiseau entre ses points MPI est égale à 500 km; la longueur de la voie est estimée à 750 km;
- un tronçon national dont la distance à vol d'oiseau entre ses points MPI et MPT est égale à 1000 km; la longueur de la voie est estimée à 1500 km.

Attribution des objectifs de taux SECBR et CER:

Tronçon national = 2 × (17,5 + 3) = 41%;

Tronçon IIP (0) (valeur globale attribuée) = 1%;

Tronçon IIP (2) (valeur globale attribuée) = 1 + (2 × 3) = 7%;

Tronçon ITP (valeur globale attribuée) = 2%.

Distance tronçons IIP + ITP = 750 + 750 + 3000 = 4500 km ⇒ 9%;

Pourcentage global = 41 + 1 + 7 + 2 + 9 = 60%.

Calcul de la variation CDV de classe 1:

Tronçon national = 2 × (1,5) = 3 ms;

Tronçon IIP (0) (valeur globale attribuée) = 0;

Tronçon IIP (2) (valeur globale attribuée) = 0,7 + 0,2 = 0,9 ms;

Tronçon ITP (valeur globale attribuée) = 0,7 ms;

Total des trois valeurs précédentes = 3 + 0,9 + 0,7 = 4,6 ms.

7 Mesures de la qualité de fonctionnement

Les mesures à effectuer pour la mise en service (BIS) doivent être faites à l'état hors service (HS). Les paramètres de qualité de fonctionnement à mesurer sont indiqués au 7.1. Toutefois, il convient de noter que les résultats obtenus dépendront de la charge de trafic du réseau, lequel est une ressource commune, contrairement au réseau à commutation de circuits à hiérarchie SDH en mode connexion. Les mesures de maintenance doivent (si possible) être effectuées en service. La technique à utiliser pour celles-ci et les paramètres de qualité de fonctionnement à mesurer sont indiqués au 7.2.

7.1 Mesures de la qualité de fonctionnement pour la mise en service

La qualité de fonctionnement pour la mise en service (BIS) se mesure normalement à l'état hors service (HS) avec un équipement de mesure conforme à l'UIT-T O.191 [21]. Pour de nouvelles connexions VPC, la durée recommandée pour les essais est de 24 heures. En cas d'adjonction de connexions VCC à une connexion VPC existante, une durée plus courte (2 heures, par exemple) est admissible. Toutefois, si pendant cet essai de plus courte durée la limite fixée pour le test de mise en service (BIS) est dépassée, il convient de poursuivre plus longuement les essais.

Cependant, il se peut que tous les paramètres NPP ne soient pas spécifiés ou nécessaires pour une connexion VPC ou VCC donnée en mode ATM, mais seulement certains d'entre eux selon les fonctions OAM disponibles et activées dans l'équipement de réseau. De même, les paramètres NPP pourront ne pas être tous commodes à mesurer pendant la mise en service. Par exemple, il pourra arriver que les caractéristiques du débit CMR soient sans objet ou peu pratiques à mesurer pendant la mise en service, mais qu'il soit nécessaire de poursuivre la surveillance des cellules mal insérées pendant la maintenance.

En outre, il convient de noter que pour que les mesures du temps CTD soient exactes, les deux séries d'essai doivent être synchronisées en fréquence et en phase. De même, pour les mêmes raisons, les mesures de la variation CDV entre deux points doivent au moins être synchronisées en fréquence. Les méthodes de synchronisation à utiliser à cet effet sont à l'étude. Une méthode permettant d'évaluer la variation CDV entre deux points d'après les valeurs mesurées pour la variation CDV en un point est proposée dans l'Annexe C/I.356 [4]. Cette méthode pèche toutefois par son manque de précision. Elle est décrite de manière plus détaillée dans l'UIT-T O.191 [21].

L'UIT-T I.371 [6] définit les paramètres de profil de trafic utilisés pour spécifier les contrats de trafic applicables aux connexions VPC et VCC, commutées ou non commutées. Ces paramètres de trafic ont trait aux capacités de transfert ATM (ATC) offertes par les connexions VPC ou VCC et sont commandés au moyen de la fonction de commande de paramètre d'utilisation (UPC, *usage parameter control*) ou de commande de paramètre de réseau (NPC, *network parameter control*) de l'équipement de réseau ATM. Ces paramètres de profil de trafic sont notamment les suivants:

- tolérance sur la variation de propagation de cellules (CDVT, *cell delay variation tolerance*)
- taille maximale de rafale (MBS, *maximum burst size*)
- débit cellulaire crête (PCR, *peak cell rate*)
- intervalle crête d'émission (PEI, *peak emission interval*)
- débit cellulaire soutenu (SCR, *sustainable cell rate*)

Pour plus de précisions sur les classes de service et les garanties en matière de qualité de service, voir l'UIT-T I.371 [6].

Les mesures de la qualité de fonctionnement pour la mise en service (BIS) peuvent consister notamment en des contrôles du mécanisme de commande UPC/NPC afin d'en déterminer le bon fonctionnement et/ou la capacité de la connexion VPC ou VCC à prendre en charge les paramètres spécifiés dans le contrat de trafic (voir également l'UIT-T I.356 [4] et l'UIT-T I.371 [6]). On peut utiliser à cet effet l'équipement d'essai conforme à l'UIT-T O.191 [21] permettant à l'usager d'effectuer des réglages programmables des profils de trafic de commande UPC/NPC en ce qui concerne la tolérance CDVT, la longueur MBS, le débit PCR, l'intervalle PEI, le débit SCR, etc. Les essais de mise en service (BIS) doivent englober les périodes de trafic aux heures chargées en raison de l'incidence de l'encombrement du trafic sur le résultat obtenu, notamment les paramètres de temps de propagation.

7.2 Mesures de la qualité de fonctionnement pour la maintenance

Les équipements de réseau ATM incorporant les fonctions OAM définies dans l'UIT-T I.610 [7] peuvent assurer une surveillance en service (ISM) de la qualité de fonctionnement et des dérangements, ainsi que la commande de diverses autres fonctions telles que les suivantes: activation/désactivation de la surveillance de la performance (PM, *performance monitoring*) et/ou du contrôle de continuité (CC), commutation de protection, gestion-systèmes, etc. Ces fonctions peuvent être utilisées avec les fonctionnalités du RGT (voir les Recommandations UIT-T M.3010 [14], M.3200 [5], M.3207.1 [16], M.3400 [17], M.3600 [18], M.3610 [19] et M.3611 [20]) pour assurer une gestion intégrée de la qualité de fonctionnement et des dérangements sur les connexions VPC et VCC en mode ATM.

Les fonctions OAM internes au réseau sont mises en œuvre dans les cinq niveaux hiérarchiques OAM associés aux couches ATM et Physique du modèle protocolaire de référence (voir Figure 1). Ces fonctions correspondent aux cinq flux d'information bidirectionnels F1, F2, F3, F4 et F5 appelés flux OAM. La couche Physique contient les trois flux OAM inférieurs suivants:

– F1: niveau des sections de régénération
– F2: niveau des sections multiplex
– F3: niveau des conduits de transmission

La couche ATM contient les deux niveaux OAM supérieurs, à savoir le flux F4 au niveau des conduits virtuels et le flux F5 au niveau des voies virtuelles. Ces flux OAM sont liés aux entités de maintenance (ME) bidirectionnelles correspondant soit à la totalité de la connexion VPC/VCC de bout en bout en mode ATM – il s'agira dans ce cas de l'entité de maintenance de la connexion VPC/VCC – soit à une partie de cette connexion – il s'agira alors de l'entité de maintenance de segment de connexion VPC/VCC.

Pour les besoins de la maintenance, les flux OAM F4 et F5 sont définis au niveau de la couche ATM englobant respectivement les niveaux des connexions VPC et VCC. Ces flux sont tous deux bidirectionnels et suivent le même itinéraire physique que les cellules de données d'utilisateur, formant ainsi un flux de maintenance dans la bande. Les cellules OAM du flux F4 ont la même valeur d'identificateur VPI dans l'en-tête ATM que les cellules d'utilisateur de la connexion VPC. Le flux F4 de connexion de bout en bout et le flux F4 de segment de connexion peuvent coexister l'un et l'autre dans une même connexion VPC. Lorsqu'on attribue une largeur de bande à une connexion VPC/VCC, il est nécessaire d'attribuer une largeur de bande suffisante aux cellules OAM de cette connexion, comme indiqué dans l'UIT-T I.371 [6]. La méthode de surveillance en service (ISM) pour la maintenance est représentée sur la Figure 4 ci-dessous.

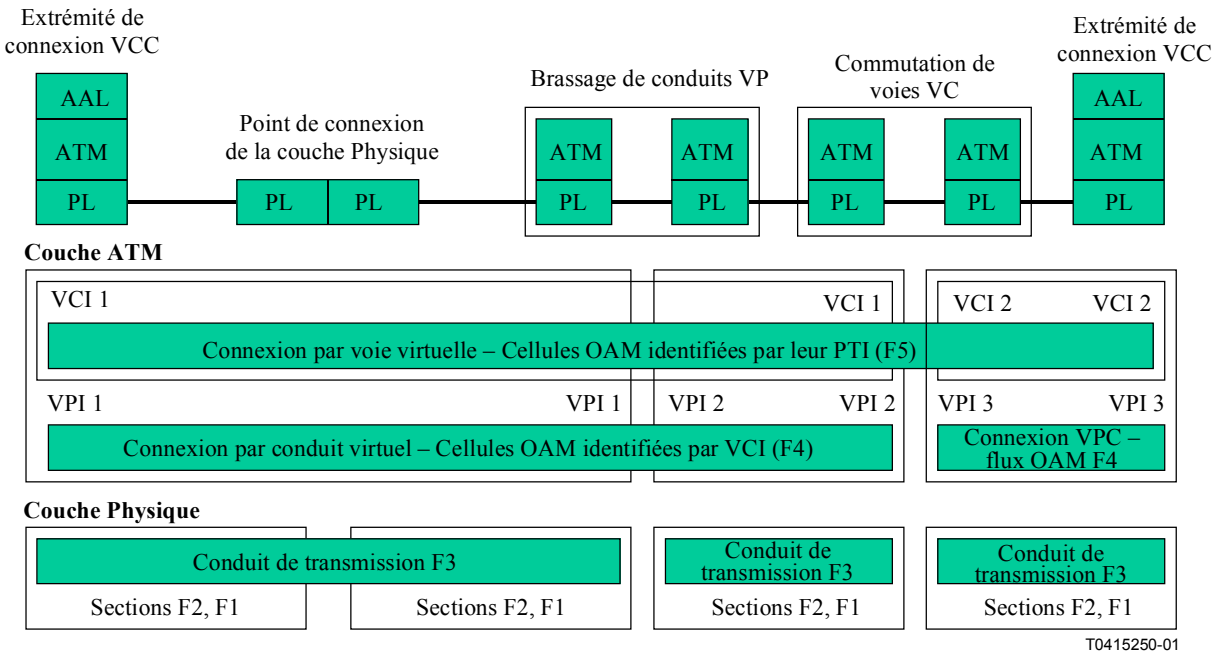


Figure 4/M.2201 – Flux OAM de surveillance en service pour la maintenance

La surveillance en service de la qualité de fonctionnement est assurée par l'opérateur du réseau ATM moyennant l'application d'un flux de cellules OAM de surveillance de la performance (PM) qui sont insérées dans le courant de trafic de manière à diviser le flux de cellules d'utilisateur en blocs de cellules de taille nominale N. Cette procédure est décrite dans l'UIT-T I.610 [7]. Seules les cellules d'utilisateur sont surveillées par les flux PM: si aucune cellule d'utilisateur n'est insérée pendant un certain temps (par exemple dans le cas de connexions à débit variable), aucune cellule PM n'est insérée non plus. Les cellules OAM ajoutées peuvent être utilisées pour surveiller des segments de conduit (flux de segment) ou la totalité de la connexion virtuelle (flux de bout en bout). Des cellules OAM dédiées, auxquelles sont préassignées des valeurs d'identificateur VCI et d'indicateur PTI, sont utilisées pour implémenter respectivement les flux F4 et F5 au niveau d'un segment de connexion ou de la connexion de bout en bout. On trouvera de plus amples précisions dans l'UIT-T I.610 [7]. Les différents types de cellules OAM et les applications pour lesquelles elles sont utilisées sont répertoriés ci-dessous:

– cellules de signal d'indication d'alarme (AIS, *alarm indication signal*), d'indication de panne distante (RDI, *remote defect indication*), de contrôle de continuité (CC) et de bouclage (LB), utilisées pour la gestion des dérangements;

– cellules de surveillance de la qualité de fonctionnement vers l'avant (FPM) et de signalisation vers l'arrière (BR), utilisées pour la gestion de la qualité de fonctionnement;

– cellules d'activation ou de désactivation utilisées pour l'activation ou la désactivation de la surveillance de la qualité de performance (PM) et/ou du contrôle de continuité (CC);

– cellules de commutation de protection ATM (APS) utilisées pour la commutation de protection dans la couche ATM;

– cellules de gestion-systèmes, utilisées seulement par les systèmes d'extrémité.

Les anomalies et les défauts, qui sont détectés au moyen des cellules OAM par l'équipement de réseau ATM, peuvent servir, comme les anomalies et les défauts de la couche Physique, à déterminer les paramètres de qualité de fonctionnement. Les anomalies sont les suivantes: bloc de cellules erroné (ECB), perte de cellules (CL) et mauvaise insertion de cellule (CM). Les défauts sont les suivants: signal d'indication d'alarme (AIS), indication de défaut distant (RDI), perte de signal (LOS), perte de continuité (LOC) et perte de cadrage de cellule (LCD). Les défauts persistants

débouchent sur un état de dérangement. Les méthodes de détection des dérangements de la procédure OAM appellent un complément d'étude.

Les blocs ECB et les pertes de cellule peuvent être comptés et convertis en paramètres de qualité de fonctionnement en mode ATM tels que les suivants: seconde erronée (ES_{ATM}), seconde gravement erronée (SES_{ATM}) et seconde d'indisponibilité (UAS_{ATM}). Ces paramètres peuvent permettre d'établir une corrélation entre les dégradations de la qualité de fonctionnement de connexions VPC et les dégradations de la couche Physique. Le détail des définitions, les méthodes de mesure et d'accumulation appellent un complément d'étude.

7.3 Disponibilité

Deux méthodes permettant de détecter et de déclarer l'état d'indisponibilité dans la couche ATM sont spécifiées dans l'UIT-T I.357 [5], dont la partie principale définit les critères de disponibilité pour des connexions ATM en fonction de l'apparition de secondes gravement erronées dans la couche ATM (SES_{ATM}). Cette méthode utilise un compteur enregistrant le nombre d'apparitions de périodes de 10 secondes SES_{ATM} consécutives analogue à celui qui est utilisé pour enregistrer le nombre d'apparitions de périodes de 10 secondes SES consécutives dans les couches des hiérarchies SDH et PDH. La méthode d'évaluation en service d'une telle période de 10 secondes SES_{ATM} consécutives et sa précision dépendent des flux OAM qui sont activés sur la connexion. Seule l'option 2 de la cellule de contrôle de continuité (CC) (supposant théoriquement l'envoi d'une cellule CC toutes les secondes indépendamment des cellules d'utilisateur) est utilisée pour l'évaluation en service de la disponibilité. Toutefois, la déclaration de l'état d'indisponibilité dans la couche ATM selon cette méthode risque de poser des difficultés. Si la déclaration de l'état d'indisponibilité intervient à un moment inapproprié, par exemple 1 seconde trop tard, de nombreuses cellules pourraient être déclarées à tort comme étant perdues, c'est-à-dire en nombre supérieur à la limite fixée en la matière pour une année dans l'UIT-T I.356 [4].

Une autre méthode bidirectionnelle d'évaluation de la disponibilité, fondée sur la déclaration de l'état d'indisponibilité à la détection du signal AIS ou de l'indication RDI, est spécifiée dans l'Annexe A.1.2/I.357 [5]. Cette méthode d'évaluation fait appel à la gestion des dérangements définie dans l'UIT-T I.610 [7] pour la détection d'une panne de connexion. Elle n'est pas liée aux critères d'entrée ou de sortie de l'état d'indisponibilité de 10 secondes et ne tient pas compte de toutes les périodes d'indisponibilité; elle peut toutefois conduire à une déclaration d'état d'indisponibilité plus rapidement que la méthode conventionnelle. De plus amples précisions sont données dans l'UIT-T I.357 [5] et l'UIT-T I.610 [7].

Il convient de noter que la mise en œuvre dans l'équipement ATM de différentes méthodes d'évaluation de la disponibilité sur la même connexion est susceptible de causer des problèmes d'interfonctionnement et de conduire à l'obtention de résultats aléatoires en ce qui concerne la qualité de fonctionnement. Il est donc souhaitable que les équipements ATM interconnectés utilisent la même méthode. De plus, l'utilisation de l'autre méthode d'évaluation (décrite dans l'Annexe A.1.2/I.357 [5]) peut donner lieu à des difficultés pour obtenir l'objectif de qualité de fonctionnement en matière de disponibilité à long terme de l'UIT-T I.356 [4] du fait que la déclaration de l'état d'indisponibilité peut intervenir plus rapidement. Toutefois, cet inconvénient peut être contrebalancé par une amélioration des résultats des taux CER et CLR mesurés pour le temps de disponibilité. En général, les résultats peuvent avantager l'utilisateur de la connexion au détriment du fournisseur de services. Aussi une telle évaluation de la disponibilité demande-t-elle beaucoup de circonspection par rapport à une évaluation SLA.

7.4 Evaluation des objectifs de qualité de fonctionnement

Dans la pratique, les mesures en service seront effectuées le plus rapidement possible. Dans tous les cas, elles devraient viser à atteindre les objectifs de qualité de fonctionnement de bout en bout à long

terme pour le transfert de cellules en mode ATM, spécifié dans l'UIT-T I.356 [4] et l'UIT-T I.357 [5].

La durée de tout essai de mise en service (BIS) devrait être de 24 heures, pour les raisons suivantes:

– le débit CMR est spécifié pour une durée de 24 heures dans l'UIT-T I.356 [4] (sauf si l'on juge admissible de ne détecter que les cellules mal insérées);
– les taux CER et CLR seront fonction de la qualité de fonctionnement de la couche serveur, laquelle varie sur de longues périodes;
– le trafic aux heures chargées varie en fonction de l'emplacement ou de la destination;
– les essais de mise en service dans la couche serveur peuvent avoir été effectués plusieurs mois ou plusieurs années avant la mise en service en mode ATM.

8 Contribution du réseau de gestion des télécommunications

La configuration de réseau pour les activités de maintenance est décrite dans l'UIT-T M.3600 [18]. Cette configuration s'applique également au RNIS-LB écoulant du trafic en mode ATM. Les principes OAM du RNIS-LB décrits dans l'UIT-T I.610 [7] et utilisés dans la présente Recommandation sont censés être compatibles avec les principes des réseaux de gestion des télécommunications décrits dans l'UIT-T M.3010 [14]. Les informations OAM sont traitées par la fonction de gestion dans les éléments de réseau (NE) ATM et transmises aux systèmes d'exploitation (OS) du RGT au niveau de la gestion des éléments de réseau (NE), au niveau de la gestion du réseau et au niveau de la gestion du service. Cela suppose que les événements soient mis en corrélation simultanément dans plusieurs couches du réseau afin d'éviter qu'un grand nombre d'entre eux ne soient enregistrés lorsqu'un événement ascendant déclenche diverses indications de dégradation de la qualité de fonctionnement dans différentes couches. De plus amples précisions sont données dans l'UIT-T I.610 [7] et l'UIT-T M.2140 [13] et dans les autres Recommandations relatives au RGT.

9 Limites de qualité de fonctionnement

9.1 Relation entre les limites et les objectifs de qualité de fonctionnement

Les limites indiquées dans la présente Recommandation sont destinées à signaler la nécessité de certaines opérations de maintenance et de mise en service. Un réseau respectant ces limites devrait satisfaire aux objectifs de qualité de fonctionnement spécifiés dans l'UIT-T I.356 [4].

Les différents paramètres mesurés, la durée des mesures et les limites fixées pour cette opération peuvent différer de ceux qui ont été retenus pour la spécification des objectifs de qualité de fonctionnement; ils doivent toutefois permettre d'assurer une qualité de fonctionnement du réseau qui satisfasse à ces objectifs. Par exemple, les objectifs de qualité de fonctionnement à long terme portent sur de longues périodes (un mois, par exemple). Toutefois, pour des considérations d'ordre pratique les limites fixées pour la maintenance et la mise en service doivent reposer sur des intervalles de mesure plus courts.

Les fluctuations statistiques constatées dans l'apparition d'anomalies et de défauts sont le signe qu'il est impossible de savoir avec certitude si les objectifs à long terme seront atteints. Les limites applicables au nombre d'événements et à la durée des mesures sont censées permettre de détecter les connexions dont la qualité de fonctionnement est inacceptable ou dégradée. Le seul moyen de vérifier qu'une connexion satisfait bien aux objectifs de qualité de fonctionnement du réseau est de la soumettre à des mesures d'évaluation continue pendant une longue période (c'est-à-dire plusieurs mois).

9.2 Types de limites

Des limites doivent être fixées pour plusieurs fonctions de maintenance définies dans l'UIT-T M.20 [8]. La présente Recommandation indique les limites de connexion pour trois de ces fonctions:

– mise en service (BIS);

– maintien en service du réseau (maintenance);

– rétablissement du service.

Les limites pour la mise en service (BIS) et le rétablissement du service sont les mêmes. Les limites pour la mise en route (installation et réception) d'équipements ATM ne sont pas spécifiées dans les Recommandations de l'UIT-T.

Dès l'instant où des entités sont mises en service, il est nécessaire, comme indiqué dans l'UIT-T M.20 [8], de fixer de nouvelles limites pour assurer la surveillance du réseau. On recourt à cet effet à la surveillance en service de la qualité de fonctionnement. Cette forme de surveillance consiste à analyser les anomalies et les défauts détectés par les entités de maintenance pour déterminer si la qualité de fonctionnement est normale, dégradée ou inacceptable. Cela impose de fixer des valeurs de seuil pour la limite de qualité dégradée (DPL, *degraded performance limit*) et la limite de qualité inacceptable (UPL, *unacceptable performance limit*) et de fixer une limite pour la qualité de fonctionnement après intervention (réparation).

9.3 Méthode de calcul des objectifs et des limites de qualité de fonctionnement des connexions ATM

Pour déterminer les limites de qualité de fonctionnement des connexions ATM, il convient de procéder aux différentes opérations suivantes:

– calculer l'objectif de qualité alloué (APO, *allocated performance objective*) selon la formule suivante: APO = PO × valeur attribuée × durée de l'essai;

– calculer l'objectif de qualité de fonctionnement pour la mise en service (BISPO) selon la formule suivante: BISPO = APO/2;

– vérifier l'égalité suivante: limite BIS = objectif BISPO;

– vérifier l'équivalence suivante: limite UPL pour la maintenance ≥ APO × 10 pour une durée de mesure de 15 minutes;

– vérifier l'égalité suivante: limite DPL pour la maintenance = APO × 0,75 pour une durée de mesure de 24 heures.

Les limites UPL et DPL font office de valeurs de seuil pour la maintenance qui, lorsqu'elles sont dépassées, déclenchent l'envoi de rapports d'anomalies aux systèmes de gestion RGT (voir l'UIT-T M.34 [9]).

9.4 Surveillance/mesure de la qualité à long terme

Il est proposé que les statistiques relatives à la surveillance de la qualité de fonctionnement soient conservées pendant au moins une année par le système de gestion.

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

Genève, 2001