

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

I.371

(03/2004)

SÉRIE I: RÉSEAU NUMÉRIQUE À INTÉGRATION DE
SERVICES

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

**Gestion du trafic et des encombrements dans le
RNIS-LB**

Recommandation UIT-T I.371

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.259
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.410–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.489
INTERFACES ENTRE RÉSEAUX	I.500–I.599
PRINCIPES DE MAINTENANCE	I.600–I.699
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.

Recommandation UIT-T I.371

Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB

Résumé

La présente Recommandation traite des fonctions et des paramètres relatifs à la gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB.

Des contrats de trafic utilisateur-réseau et interréseaux sont définis en termes de descripteurs de trafic (paramètres de trafic, tolérances associées pour une capacité de transfert de couche ATM, spécifications de QS associées à une classe de QS, etc.). Ces paramètres de trafic sont assortis d'une définition de conformité. Sont également précisées les capacités de transfert ATM utilisant ces paramètres de trafic afin de permettre différentes combinaisons d'objectifs de QS et de schémas de multiplexage ainsi que des définitions spécifiques s'appliquant à ces capacités de transfert ATM.

En outre, les fonctions de gestion du trafic et des encombrements sont spécifiées, parmi lesquelles les fonctions de contrôle des paramètres de trafic aux interfaces utilisateur-réseau et interréseaux. Certaines configurations d'interfonctionnement de la gestion du trafic sont décrites.

Enfin, les procédures de gestion du trafic, des encombrements et des ressources sont définies. Ces définitions incluent également les formats et les données spécifiques pris en charge par les cellules de gestion des ressources.

Source

La Recommandation UIT-T I.371 a été approuvée le 29 mars 2004 par la Commission d'études 13 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2006

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Abréviations et terminologie 2
3.1	Abréviations 2
3.2	Terminologie 5
3.3	Terminologie externe..... 6
4	Introduction 7
4.1	Généralités..... 7
4.2	Objectifs généraux..... 8
4.3	Fonctions génériques 8
4.4	Configuration de référence pour la gestion du trafic et des encombrements..... 9
4.5	Événements, actions, échelles de temps et temps de réponse 9
4.6	Qualité de service et performance du réseau..... 10
5	Descripteurs et paramètres de trafic 11
5.1	Définitions 11
5.2	Conditions requises 12
5.3	Contrat de trafic..... 12
5.4	Spécifications des paramètres de trafic 17
6	Capacités de transfert ATM..... 26
6.1	Généralités..... 26
6.2	Description de haut niveau des capacités de transfert ATM..... 27
6.3	Applicabilité des capacités de transfert ATM aux applications 31
6.4	Capacité de transfert à débit déterministe (DBR)..... 31
6.5	Capacité de transfert statistique (SBR)..... 38
6.6	Capacité de transfert de bloc ATM (ABT)..... 42
6.7	Capacité de transfert au débit disponible (ABR)..... 59
6.8	Capacité de transfert ATM à débit de trame garanti 71
7	Fonctions de gestion du trafic et de gestion des encombrements..... 76
7.1	Introduction 76
7.2	Fonctions de gestion du trafic..... 77
7.3	Fonctions de gestion des encombrements 92
7.4	Fonctions d'interfonctionnement de gestion du trafic 93
8	Procédures relatives à la gestion du trafic et à la gestion des encombrements..... 94
8.1	Format des cellules de gestion des ressources..... 94
8.2	Conditions d'erreur sur les cellules RM 96

	Page
Annexe A – Algorithme du débit cellulaire générique GCRA(T, τ)	96
A.1 Algorithme de programmation virtuelle (VSA, <i>virtual scheduling algorithm</i>).....	97
A.2 Algorithme du compteur à fuite continue.....	98
Annexe B – Application de l'algorithme du débit cellulaire générique à la définition de conformité du débit statistique (SBR)	98
Annexe C – Messages de commande ABT/DT à travers une interface normalisée	102
Annexe D – Messages de commande ABT/IT à travers une interface normalisée.....	104
Annexe E – Evitement de plusieurs négociations du débit BCR en instance.....	105
Annexe F – Messages de commande ABR à travers une interface normalisée.....	107
Appendice I – Exemples d'application du terminal équivalent pour la définition du débit cellulaire crête.....	109
I.1 Configuration 1.....	109
I.2 Configuration 2.....	111
Appendice II – Règles de transcodage découlant de l'information de signalisation sur les paramètres de trafic OAM dans la couche ATM.....	113
Appendice III – Caractéristiques du débit de l'algorithme du débit cellulaire générique (GCRA)	114
Appendice IV – Caractéristiques de précision requises pour les commandes UPC/NPC	115
Appendice V – Exemples de méthodes permettant d'assurer l'homogénéité de la numérotation des cellules RM dans le transfert ABT.....	116
V.1 Segmentation du champ de numéro SN entre les différents réseaux	116
V.2 Traitement spécifique du champ de numéro SN	116
V.3 Segmentation du champ de numéro SN pour indiquer l'emplacement relatif de la cellule RM.....	117
Appendice VI – Calcul des paramètres de définition de conformité pour le transfert de bloc ATM	118
Appendice VII – Comportement de référence de la source, la destination et l'élément de réseau pour le débit ABR.....	120
VII.1 Comportement de référence de la source	120
VII.2 Comportement de référence de la destination	122
VII.3 Comportement de référence de l'élément de réseau	123
VII.4 Incidence du comportement de référence de la source sur les caractéristiques de trafic	124
Appendice VIII – Algorithme à deux enregistrements pour la détermination de $T(k)$ en mode explicite de débit ABR.....	125
VIII.1 Algorithme à deux enregistrements pour la détermination de $T(k)$ en mode explicite de débit ABR	125
VIII.2 Ajustement de $ACR(t)$ en fonction du champ de débit ECR dans les cellules RM dans le sens retour.....	126
Appendice IX – Applicabilité des capacités de transfert ATM aux applications	128

	Page
Appendice X – Informations supplémentaires concernant l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames	131
X.1 La prise en charge des engagements relatifs à la qualité de service au moyen de l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames.....	131
X.2 Exemple d'implémentation illustrant comment l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames peut être utilisé pour prendre en charge les engagements relatifs à la qualité de service	132
X.3 Limites de l'implémentation dans le cas de nombreuses trames non conformes	132
X.4 Démonstration d'un résultat lié à l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames	132
Appendice XI – Fourniture d'une qualité de service à débit de trame garanti à l'aide de l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames de cellules conformes	135
Appendice XII – Comportement anticipé d'un élément de réseau à débit de trame garanti...	136
Appendice XIII – Applicabilité aux applications de la capacité de transfert ATM à débit de trame garanti	137
Appendice XIV – Prise en charge de l'exploitation et de la maintenance pour des connexions à débit de trame garanti	137

Recommandation UIT-T I.371

Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit les procédures de gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB au niveau de la couche ATM.

La gestion de trafic de la couche ATM renvoie à toutes les actions entreprises par le réseau pour satisfaire aux objectifs de performance du réseau et aux garanties négociées en matière de QS et pour éviter les encombrements. La gestion des encombrements de la couche ATM renvoie à toutes les actions entreprises par le réseau pour réduire au minimum l'ampleur, la propagation et la durée d'un encombrement.

La présente Recommandation fournit une description générale ainsi que des objectifs et des procédures en matière de gestion du trafic et de gestion des encombrements. Elle décrit en outre les concepts du contrat de trafic. Elle spécifie les capacités de transfert ATM (ATC) y compris, pour chaque capacité ATC, le descripteur de trafic source applicable, les tolérances associées et la définition de conformité.

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

- [1] Recommandation UIT-T I.326 (2003), *Architecture fonctionnelle des réseaux de transport à base ATM*.
- [2] Recommandation UIT-T I.113 (1997), *Terminologie du RNIS à large bande*.
- [3] Recommandation UIT-T I.150 (1999), *Caractéristiques fonctionnelles du mode de transfert asynchrone du RNIS à large bande*.
- [4] Recommandation UIT-T I.311 (1996), *Aspects généraux réseau du RNIS à large bande*.
- [5] Recommandation UIT-T I.321 (1991), *Modèle de référence pour le protocole du RNIS à large bande et son application*.
- [6] Recommandation UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB*.
- [7] Recommandation UIT-T I.357 (2000), *Disponibilité des connexions semi-permanentes du RNIS-LB*.
- [8] Recommandation UIT-T I.358 (2003), *Caractérisation du traitement des appels pour des connexions par canal virtuel à commutation dans le RNIS-LB*.
- [9] Recommandation UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande*.
- [10] Recommandations UIT-T I.363.1 (1996), I.363.3 (1996) et I.363.5 (1996), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB*.

- [11] Recommandation UIT-T I.413 (1993), *Interface usager-réseau du RNIS à large bande.*
- [12] Recommandations UIT-T I.432.1 (1999), I.432.2 (1999), I.432.3 (1999) et I.432.4 (1999), *Interface utilisateur-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche Physique.*
- [13] Recommandation UIT-T I.610 (1999), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande.*
- [14] Recommandation UIT-T I.630 (1999), *Commutation de protection ATM.*
- [15] Recommandation UIT-T I.731 (2000), *Types et caractéristiques générales des équipements ATM.*
- [16] Recommandation UIT-T I.732 (2000), *Caractéristiques fonctionnelles des équipements ATM.*
- [17] Recommandation UIT-T Q.2650 (1999), *Interfonctionnement du sous-système utilisateur du RNIS-LB du système de signalisation n° 7 et du système de signalisation d'abonné numérique n° 2.*
- [18] Recommandation UIT-T Q.2660 (1999), *Interfonctionnement du sous-système utilisateur du RNIS à large bande et du sous-système utilisateur du RNIS à bande étroite du système de signalisation n° 7.*
- [19] Recommandation UIT-T Q.2761 (1999), *Description fonctionnelle du sous-système utilisateur du RNIS-LB du système de signalisation n° 7.*
- [20] Recommandation UIT-T Q.2762 (1999), *Fonctions générales des messages et des signaux du sous-système utilisateur du RNIS-LB du système de signalisation n° 7.*
- [21] Recommandation UIT-T Q.2763 (1999), *Sous-système utilisateur du RNIS-LB du système de signalisation n° 7 – Formats et codes.*
- [22] Recommandation UIT-T Q.2764 (1999), *Sous-système utilisateur du RNIS-LB du système de signalisation n° 7 – Procédures d'appel de base.*
- [23] Recommandation UIT-T Q.2931 (1995), *Système de signalisation d'abonné numérique n° 2 – Spécification de la couche 3 de l'interface utilisateur-réseau pour la commande de connexion/appel de base.*
- [24] Recommandations UIT-T Q.2961.1 (1995) et Q.2961.2 (1997), *Système de signalisation d'abonné numérique n° 2 – Paramètres de trafic supplémentaires.*
- [25] Recommandation UIT-T Q.2962 (1998), *Système de signalisation numérique d'abonné n° 2 – Négociation des caractéristiques de la connexion pendant la phase d'établissement d'appel.*
- [26] Recommandation UIT-T Q.2963.1 (1999), *Système de signalisation d'abonné numérique n° 2 – Modification de la connexion: modification du débit cellulaire crête par le propriétaire de la connexion.*

3 Abréviations et terminologie

3.1 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AAL	couche d'adaptation ATM (<i>ATM adaptation layer</i>)
ABR	débit disponible (<i>available bit rate</i>)
ABT	transfert de bloc ATM (<i>ATM block transfer</i>)
ACR	débit cellulaire autorisé (<i>allowed cell rate</i>)

ADT	temps de décroissance ACR (<i>ACR decrease time</i>)
ATC	capacité de transfert ATM (<i>ATM transfer capability</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATM_PDU	unité de données protocolaire ATM (<i>ATM protocol data unit</i>)
AUU	indication d'utilisateur ATM à utilisateur ATM [Rec. UIT-T I.361] (<i>ATM user to ATM user indication</i>)
BCR	débit cellulaire de bloc (<i>block cell rate</i>)
BECN	notification explicite d'encombrement vers l'arrière (<i>backward explicit congestion notification</i>)
B-NT1	terminaison de réseau à large bande 1 (<i>broadband network termination 1</i>)
B-NT2	terminaison de réseau à large bande 2 (<i>broadband network termination 2</i>)
B-TE	équipement terminal à large bande (<i>broadband terminal equipment</i>)
CAC	contrôle d'admission de connexion (<i>connection admission control</i>)
CBR	débit constant (<i>constant bit rate</i>)
CCR	débit cellulaire constant (<i>current cell rate</i>)
CDV	variation du temps de propagation des cellules (<i>cell delay variation</i>)
CEQ	équipement client (<i>customer equipment</i>)
CF-GCRA	algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames de cellules conformes (<i>conforming cell F-GCRA</i>) (Appendice XI)
CI	indication d'encombrement (<i>congestion indication</i>)
CLP	priorité de perte de cellules (bit de) (<i>cell loss priority</i>)
CLR	taux de perte de cellules (<i>cell loss ratio</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique
CRF(VC)	fonction relative aux connexions de voies virtuelles (<i>virtual channel connection-related function</i>)
CRF(VP)	fonction relative aux connexions de conduits virtuels (<i>virtual path connection-related function</i>)
CS	sous-couche de convergence (<i>convergence sublayer</i>)
CT	terminaison de connexion (<i>connection termination</i>)
CTD	temps de transfert de cellules (<i>cell transfer delay</i>)
DBR	débit déterministe (<i>deterministic bit rate</i>)
DGCRA	algorithme de débit cellulaire générique dynamique (<i>dynamic generic cell rate algorithm</i>)
DIR	sens (<i>direction</i>)
DT	transmission différée (<i>delayed transmission</i>)
ECR	débit cellulaire explicite (<i>explicit cell rate</i>)
EDC	code de détection d'erreur (<i>error detection code</i>)
EFCI	indication explicite d'encombrement vers l'avant (<i>explicit forward congestion indication</i>)
F-GCRA	algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames (<i>frame based generic cell rate algorithm</i>)
FIFO	premier arrivé, premier servi (<i>first-in first-out</i>)

FMBS	service support en mode trame (<i>frame mode bearer service</i>)
FRM	gestion rapide des ressources (<i>fast resource management</i>)
GCRA	algorithme de débit cellulaire générique (<i>generic cell rate algorithm</i>)
GFC	contrôle de flux générique (<i>generic flow control</i>)
GFR	débit de trame garanti (<i>guaranteed frame rate</i>)
IACR	débit cellulaire autorisé initial (<i>initial allowed cell rate</i>)
IBT	tolérance intrinsèque de rafales (<i>intrinsic burst tolerance</i>)
INI	interface interréseaux (<i>inter-network interface</i>)
IT	transmission immédiate (<i>immediate transmission</i>)
ITT	instant de transmission idéal (<i>ideal transmission time</i>)
IWF	fonction d'interfonctionnement (<i>interworking function</i>)
LCT	dernier instant de conformité (<i>last conformance time</i>)
LIT	dernier instant d'augmentation (<i>last increment time</i>)
LVMT	dernier instant de modification virtuelle (<i>last virtual modification time</i>)
LVST	dernier instant d'ordonnancement virtuel (<i>last virtual schedule time</i>)
MBS	taille maximale des rafales (<i>maximum burst size</i>)
MCR	débit cellulaire minimal (<i>minimum cell rate</i>)
MFS	taille maximale des trames (<i>maximum frame size</i>)
NE	élément de réseau (<i>network element</i>)
NI	non-augmentation (<i>no increase</i>)
NPC	commande de paramètre de réseau (<i>network parameter control</i>)
NRM	message de gestion de ressources du réseau (<i>network resource management</i>)
N_{RM}	pour chaque cellule RM dans le sens aller, N_{RM} est le nombre maximal de cellules au débit (y compris cette cellule RM particulière) qu'une source de débit ABR peut envoyer
OAM	exploitation et maintenance (<i>operation and maintenance</i>)
PACR	débit cellulaire potentiel autorisé (<i>potential allowed cell rate</i>)
PC	gestion des priorités (<i>priority control</i>)
PCR	débit cellulaire crête (<i>peak cell rate</i>)
PDU	unité de données protocolaire (<i>protocol data unit</i>)
PEI	intervalle d'émission de crête (<i>peak emission interval</i>)
PHY	couche Physique (<i>physical layer</i>)
PM	surveillance de la performance (<i>performance monitoring</i>)
PTI	indicateur du type de charge utile (<i>payload type indicator</i>)
QS	qualité de service
RDF	facteur de réduction du débit (<i>rate decrease factor</i>)
RIF	facteur d'augmentation du débit (<i>rate increase factor</i>)
RM	gestion de ressources (<i>resource management</i>)
RNIS-LB	RNIS à large bande
SAP	point d'accès au service (<i>service access point</i>)
SBR	débit statistique (<i>statistical bit rate</i>)

SCR	débit soutenable (<i>sustainable cell rate</i>)
SDU	unité de données de service (<i>service data unit</i>)
SN	numéro de séquence (<i>sequence number</i>)
TAT	instant théorique d'arrivée (<i>theoretical arrival time</i>)
TBE	ouverture transitoire du tampon (<i>transient buffer exposure</i>)
TPT	terminaison de trajet de transmission (<i>transmission path termination</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user-network interface</i>)
UPC	commande de paramètre d'utilisation (<i>usage parameter control</i>)
VBR	débit variable (<i>variable bit rate</i>)
VCC	connexion de voie virtuelle (<i>virtual channel connection</i>)
VCCT	terminaison de connexion par voie virtuelle (<i>virtual channel connection termination</i>)
VCI	identificateur par voie virtuelle (<i>virtual channel identifier</i>)
VCLT	terminaison de liaison par voie virtuelle (<i>virtual channel link termination</i>)
VD	destination virtuelle (<i>virtual destination</i>)
VPC	connexion de conduit virtuel (<i>virtual path connection</i>)
VPCT	terminaison de connexion par conduit virtuel (<i>virtual path connection termination</i>)
VPI	identificateur de conduit virtuel (<i>virtual path identifier</i>)
VPLT	terminaison de liaison par conduit virtuel (<i>virtual path link termination</i>)
VS	source virtuelle (<i>virtual source</i>)
VSA	algorithme de programmation virtuelle (<i>virtual scheduling algorithm</i>)

3.2 Terminologie

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.2.1 bloc ATM: voir § 6.6.

3.2.2 gestion des ressources de la couche ATM: voir § 4.3.

3.2.3 contrôle d'admission de connexion (CAC): voir § 4.3.

3.2.4 conformité: la conformité est l'application à une interface normalisée donnée, d'un ou de plusieurs critères à une cellule, un bloc ATM ou une trame.

3.2.5 encombrement: dans le RNIS à large bande, un encombrement est défini par un état d'éléments de réseau (par exemple commutateurs, concentrateurs, brasseurs et liaisons) qui ne permet plus au réseau de respecter les objectifs de qualité de fonctionnement du réseau ou les garanties en matière de QS négociées pour les connexions déjà établies et/ou les nouvelles demandes de connexion. (Voir § 4.1.)

3.2.6 descripteur de trafic de connexion: ensemble du descripteur de trafic source et des paramètres de tolérance associés, destiné à rendre compte des caractéristiques de trafic d'une connexion ATM sur une interface normalisée. Voir § 5.1.2.

3.2.7 commandes de rétroaction: voir § 4.3.

3.2.8 séquence cellulaire de trame: voir § 7.2.5.

3.2.9 rejet de trame: voir § 7.2.5.

3.2.10 interface interréseaux: voir Figure 1.

3.2.11 gestion des ressources de réseau (NRM): voir § 4.3.

3.2.12 contrôle des priorités: voir § 4.3.

3.2.13 interface normalisée: interface UNI (voir Rec. UIT-T I.413) ou interface INI.

3.2.14 descripteur de trafic source: ensemble des paramètres destinés à rendre compte des caractéristiques intrinsèques d'une source. Voir § 5.1.2.

3.2.15 contrat de trafic: un contrat de trafic spécifie les caractéristiques négociées d'une connexion. Voir § 5.3.

3.2.16 descripteur de trafic: ensemble des paramètres de trafic et des tolérances associées, destiné à rendre compte des caractéristiques d'une connexion ATM. Voir § 5.1.2.

3.2.17 paramètre de trafic: un paramètre de trafic décrit les caractéristiques intrinsèques d'une source de trafic. Un paramètre de trafic peut être quantitatif ou qualitatif. Voir § 5.1.1.

3.2.18 commande des paramètres côté réseau/utilisation (UPC/NPC): voir § 4.3.

3.2.19 utilisateur: entité qui conclut un contrat de trafic à l'interface UNI et qui échange des cellules ATM avec le réseau à cette interface UNI. Ceci constitue une étude ultérieure.

3.2.20 cellule de données d'utilisateur (sur une connexion VPC): toute cellule avec le bit CLP = 0 ou le bit CLP = 1 produite par l'utilisateur, à l'exception des cellules OAM F4 et des cellules RM avec indicateurs VCI = 6 et PTI = 110.

3.2.21 cellule de données d'utilisateur (sur une connexion VCC): toute cellule avec le bit CLP = 0 ou le bit CLP = 1 produite par l'utilisateur, à l'exception des cellules OAM F5 et des cellules RM avec indicateur PTI = 110.

3.2.22 cellule produite par l'utilisateur (sur une connexion VPC): toute cellule de données d'utilisateur, OAM d'utilisateur ou RM d'utilisateur.

3.2.23 cellule produite par l'utilisateur (sur une connexion VCC): toute cellule de données d'utilisateur, OAM d'utilisateur ou RM d'utilisateur.

3.2.24 cellule OAM d'utilisateur (sur une connexion VPC): toute cellule OAM F4 de bout en bout sur la connexion VPC produite par l'utilisateur.

3.2.25 cellule OAM d'utilisateur (sur une connexion VCC): toute cellule OAM F5 de bout en bout sur la connexion VCC produite par l'utilisateur.

3.2.26 cellule RM d'utilisateur (sur une connexion VPC): toute cellule RM avec indicateurs VCI = 6 et PTI = 110 sur une connexion VPC produite par l'utilisateur.

3.2.27 cellule RM d'utilisateur (sur une connexion VCC): toute cellule de gestion RM avec un indicateur PTI = 110 sur une connexion VCC produite par l'utilisateur.

3.3 Terminologie externe

Terme	Acronyme	Référence
Variation du temps de propagation des cellules	CDV	Rec. UIT-T I.356
Taux d'erreur de cellules	CER	Rec. UIT-T I.356
Taux de perte de cellules	CLR	Rec. UIT-T I.356
Temps de transfert des cellules	CTD	Rec. UIT-T I.356
Priorité de perte de cellules	CLP	Rec. UIT-T I.150

4 Introduction

4.1 Généralités

Le rôle principal des paramètres et procédures de gestion du trafic et de gestion des encombrements est la protection du réseau et de l'utilisateur afin d'atteindre les objectifs de performance du réseau et de respecter les garanties en matière de QS. Un rôle secondaire est l'optimisation de l'utilisation des ressources du réseau.

Dans le RNIS à large bande, un encombrement est défini par un état d'éléments de réseau (par exemple commutateurs, concentrateurs, brasseurs et liaisons) qui ne permet plus au réseau de respecter les objectifs de performance du réseau ou les garanties en matière de QS négociées pour les connexions déjà établies et/ou les nouvelles demandes de connexion.

En général, un encombrement peut avoir pour origine:

- des fluctuations statistiques imprévisibles des flux de trafic;
- des pannes dans le réseau.

Il faut faire la distinction entre l'encombrement et l'état de débordement des tampons provoquant des pertes de cellules tout en respectant la QS négociée.

Les incertitudes propres aux profils de trafic à large bande ainsi que la complexité de la gestion du trafic et des encombrements incitent à une approche par étapes de la définition des paramètres de trafic et des mécanismes de gestion du trafic et des encombrements sur le réseau. La présente Recommandation définit un ensemble de capacités de gestion du trafic et des encombrements.

Il conviendra peut-être d'examiner des ensembles complémentaires de capacités de ces types, qui introduiront d'autres mécanismes de gestion du trafic permettant d'accroître l'efficacité du réseau.

Dans la présente Recommandation et dans un souci d'homogénéité avec les Recommandations UIT-T I.150 et I.113, les connexions ATM sont unidirectionnelles. Deux connexions ATM sont associées pour permettre une communication bidirectionnelle et sont identifiées par le même identificateur VPI/VCI en une interface donnée. Il convient de noter que les procédures de gestion du trafic qui s'appliquent à une connexion unidirectionnelle (sens aller) peuvent faire intervenir des flux cellulaires sur la connexion associée dans l'autre sens (connexion vers l'arrière). Les procédures de gestion du trafic peuvent utiliser des flux cellulaires vers l'avant pour commander les flux vers l'arrière.

Dans la présente Recommandation, les spécifications de QS se rapportent aux classes de QS demandées par l'utilisateur aux points pour lesquels le réseau s'engage à respecter les limites supérieures des paramètres QS, en supposant que le flux cellulaire produit par l'utilisateur est conforme au contrat de trafic. Les indications de QS s'appliquent en l'absence de telles limites supérieures spécifiées pour un paramètre QS donné dans la classe de QS négociée dans le contrat de trafic, par exemple dans les cas où le réseau est exploité selon des règles d'ingénierie du trafic et que ces règles ne permettent pas d'offrir de garanties à l'utilisateur.

Les flux OAM segmentaires ne font pas partie du contrat de trafic négocié par l'utilisateur. La manière dont ils sont traités n'est actuellement pas spécifiée dans la présente Recommandation.

4.2 Objectifs généraux

Dans le cas du RNIS à large bande, les objectifs de la gestion du trafic et des encombrements dans la couche ATM sont les suivants:

- la gestion du trafic et la gestion des encombrements dans la couche ATM doivent prendre en charge un ensemble de classes de qualité de service (QS) de couche ATM suffisant pour tous les services RNIS à large bande envisagés; ces classes de QS sont spécifiées dans la Rec. UIT-T I.356;
- la gestion du trafic et la gestion des encombrements de la couche ATM ne doivent pas s'appuyer sur des protocoles de la couche d'adaptation ATM (AAL) qui sont spécifiques aux services RNIS à large bande, ni sur des protocoles de couche supérieure spécifiques aux applications. Les couches de protocole supérieures à la couche ATM peuvent utiliser les informations éventuellement fournies par la couche ATM pour améliorer l'utilisation que ces protocoles font du réseau;
- la création d'un ensemble optimal de commandes de gestion du trafic et des encombrements minimise en règle générale la complexité du réseau et des systèmes terminaux tout en assurant une exploitation optimale du réseau.

4.3 Fonctions génériques

Les fonctions suivantes, qui peuvent être combinées au mieux de la situation, constituent un cadre pour la gestion et la commande du trafic et des encombrements sur les réseaux ATM permettant d'atteindre les objectifs ci-dessus. Ce cadre repose sur le concept fondamental d'un contrat de trafic (voir § 5.3) négocié entre l'utilisateur et le réseau ou entre réseaux lors de l'établissement d'une connexion.

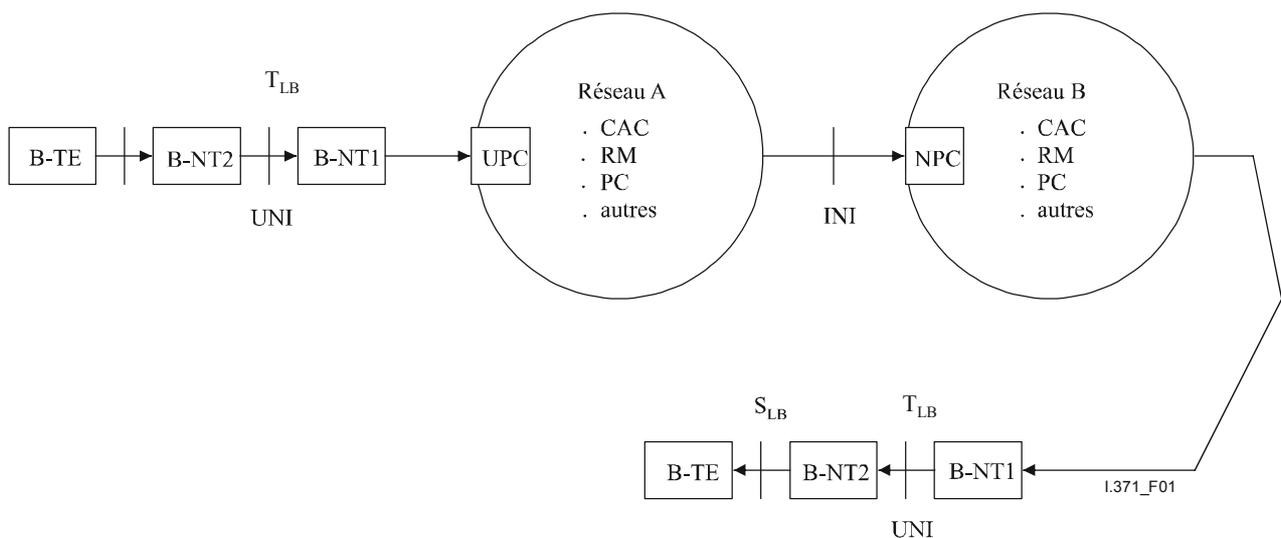
- Gestion de ressources du réseau (NRM, *network resource management*): il est possible d'affecter les ressources du réseau de manière à séparer les flux de trafic en fonction des caractéristiques du service.
- Contrôle d'admission de connexion (CAC, *connection admission control*): ensemble d'actions exécutées par le réseau au cours de la phase d'établissement de l'appel (ou au cours de la phase de renégociation de l'appel) pour établir si une demande de connexion de voie virtuelle ou de conduit virtuel peut être acceptée ou refusée (ou s'il est possible d'accepter une demande de réattribution). La sélection d'une voie dans le réseau fait partie de la gestion des admissions de connexion du réseau.
- Fonctions de gestion des ressources (RM, *resource management*) de couche ATM: utilisent les cellules de gestion des ressources pour, par exemple, modifier les ressources affectées aux connexions ATM.
- Commandes de rétroaction: ensemble d'actions exécutées par le réseau et par les utilisateurs en fonction de l'état des éléments du réseau pour réguler le trafic appliqué sur les liaisons ATM.
- Commande des paramètres d'utilisation/de réseau (UPC/NPC, *usage/network parameter control*): ensemble des actions exécutées par le réseau pour surveiller et gérer le trafic en termes de trafic offert et de validité de connexion ATM, respectivement à l'accès utilisateur et à l'accès réseau. Le principal objet en est la protection des ressources du réseau contre les actes malveillants ou les erreurs involontaires pouvant affecter la QS d'autres connexions déjà établies en détectant la violation de valeurs de paramètres négociées ou de procédures et en y donnant la suite appropriée.
- Contrôle des priorités: fonctions qui permettent de différencier le traitement par le réseau des cellules les unes par rapport aux autres en termes de priorité temporelle (gestion de programmation) ou de priorité de mise à l'écart.

De manière générale, il est souhaitable d'assurer un degré élevé d'homogénéité entre les capacités de gestion du trafic ci-dessus.

Un sous-ensemble particulier de ces fonctions génériques, avec des paramètres de trafic et des valeurs de paramètres associés, ainsi que des fonctions et protocoles de commande appropriés, sont combinés pour former une capacité de transfert ATM (*ATC, ATM transfer capability*) (voir le paragraphe 6). La présente Recommandation définit un ensemble de capacités de ce type destiné à satisfaire aux besoins correspondant à différents groupes d'applications.

4.4 Configuration de référence pour la gestion du trafic et des encombrements

La configuration de référence suivante est utilisée pour la gestion du trafic et des encombrements (Figure 1).



- CAC contrôle d'admission des connexions
- INI interface interréseaux
- NPC commande des paramètres de réseau
- PC gestion des priorités
- RM gestion des ressources
- UNI interface utilisateur-réseau
- UPC commande des paramètres d'utilisation

NOTE 1 – La NPC peut également s'appliquer à certaines interfaces intraréseaux.

NOTE 2 – Les flèches indiquent le sens du flux de cellules.

NOTE 3 – Les commandes de rétroaction au moyen des cellules RM sont acheminées sens retour.

NOTE 4 – La terminaison B-NT1 n'a pas de fonction de couche ATM (voir la Rec. UIT-T I.413).

Elle est incluse dans la figure dans un souci d'exhaustivité et de cohérence avec la Rec. UIT-T I.413.

NOTE 5 – Dans la présente Recommandation, l'interface UNI est l'interface au point de référence T_{LB} .

Figure 1/I.371 – Configuration de référence pour la gestion du trafic et des encombrements

4.5 Événements, actions, échelles de temps et temps de réponse

La Figure 2 illustre les échelles de temps par rapport auxquelles se situent les fonctions de gestion du trafic et des encombrements. Le temps de réponse définit la vitesse de réaction de ces fonctions. Ainsi, la mise à l'écart de cellule peut être déclenchée avec un délai de l'ordre de grandeur du temps d'insertion d'une cellule. De même, les commandes de rétroaction peuvent être déclenchées avec un délai de l'ordre du temps de propagation aller et retour. Etant donné qu'il est nécessaire de disposer de fonctions de gestion du trafic et des ressources agissant à diverses échelles de temps, aucune de ces fonctions ne peut suffire seule.

Fonctions de gestion du trafic et des encombrements Exemples	Temps de réponse
<div data-bbox="188 331 938 519" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> Mise à l'écart de cellule, gestion des priorités, gestion des mémoires tampons et discipline de service des cellules, mise en forme du trafic, UPC, NPC, etc. </div> <div data-bbox="188 555 938 654" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> Commandes de rétroaction, etc. </div> <div data-bbox="188 680 938 779" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> Routage, établissement de communication et commande d'admission, affectation des ressources, etc. </div> <div data-bbox="188 806 938 904" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> Commandes centralisées de gestion du réseau, etc. </div> <div data-bbox="188 931 938 1030" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 10px;"> Procédures à long terme d'ingénierie du réseau, etc. </div>	<div data-bbox="995 336 1404 524" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> Temps d'insertion des cellules ou des unités PDU </div> <div data-bbox="995 524 1404 712" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> Temps de propagation aller et retour </div> <div data-bbox="995 712 1404 900" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px;"> Temps entre instants d'arrivée des signaux d'appel et de connexion </div>

I.371_F02

Figure 2/I.371 – Temps de réponse des fonctions de commande

4.6 Qualité de service et performance du réseau

Le RNIS-LB doit pouvoir répondre à différentes exigences en matière de QS au niveau de la couche ATM. Ces exigences sont spécifiées en termes de valeurs à atteindre pour certains paramètres de performance du réseau définis dans la Rec. UIT-T I.356. Ces paramètres sont entre autres le taux de perte de cellules (CLR, *cell loss ratio*), le temps de transfert des cellules (CTD, *cell transfer delay*) et la variation du temps de propagation des cellules (CDV, *cell delay variation*). Dans la présente Recommandation, les engagements de QS concernant les délais incluent les temps de transfert de cellules et les variations de ces temps entre deux points (voir la Rec. UIT-T I.356).

Même si les exigences de QS des utilisateurs du RNIS-LB peuvent varier sur une plage de valeurs continue, le réseau ne peut offrir qu'un ensemble limité de classes de QS correspondant à des valeurs spécifiques à atteindre pour les paramètres de performance du réseau. L'utilisation de la priorité de perte de cellules (CLP, *cell loss priority*) est décrite au § 5.3.3.

La spécification des différentes classes de QS en termes de valeurs à atteindre pour les paramètres de performance du réseau est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation et sera exposée dans la Rec. UIT-T I.356. Lorsque la conformité relative à un paramètre donné est indiquée comme "non spécifiée", ceci signifie que l'UIT-T ne fixe pas d'objectifs pour ce paramètre et que tout objectif fixé par défaut par la Rec. UIT-T I.356 peut être ignoré. Lorsque la valeur d'objectif pour un paramètre est indiquée comme "non spécifiée", le niveau de performance associé à ce paramètre peut, par moments, prendre des valeurs arbitrairement faibles. Les exploitants de réseaux peuvent choisir d'une manière unilatérale de maintenir un niveau de qualité minimale pour les paramètres non liés, mais l'UIT-T ne recommandera pas de minimum de ce type.

La négociation de classes de QS de couche ATM spécifiques a lieu lors de l'établissement de l'appel. La classe de QS résultante fait partie du contrat de trafic (voir § 5.3). C'est le réseau qui s'engage alors à garantir la QS demandée aussi longtemps que l'utilisateur se conforme au contrat de trafic. Si l'utilisateur ne respecte pas ce contrat, le réseau n'est plus tenu de respecter la QS convenue (voir § 5.3).

La classe de QS dans le contrat de trafic rend uniquement compte de la QS de la couche ATM. Il appartient aux couches supérieures, y compris à la couche AAL, de traduire cette QS de couche ATM en une QS demandée correspondant à une application donnée.

5 Descripteurs et paramètres de trafic

De nombreux aspects du trafic peuvent être décrits en termes de paramètres qualitatifs et quantitatifs. Le présent paragraphe définit plusieurs paramètres spécifiques nécessaires pour décrire et spécifier un trafic conformément à un contrat de trafic. Les paramètres de trafic décrivent les caractéristiques de trafic d'une connexion ATM. Ces paramètres sont groupés en descripteurs de trafic source destinés à rendre compte des caractéristiques intrinsèques d'une source. Le descripteur de trafic source et les paramètres de tolérance associée sont groupés dans un descripteur de trafic de connexion pour rendre compte des caractéristiques de trafic des connexions ATM sur une interface normalisée. Des paramètres supplémentaires ont été définis pour le fonctionnement du débit ABR. D'autres capacités ATC que le débit ABR ne se fondent sur aucun autre paramètre que le descripteur de trafic de connexion.

5.1 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants.

5.1.1 paramètre de trafic

Un paramètre de trafic est la spécification d'un aspect particulier de ce trafic; il peut être qualitatif ou quantitatif.

Les paramètres de trafic peuvent caractériser, par exemple, le débit cellulaire crête, le débit cellulaire moyen, les tolérances de variation des retards cellulaires, la sporadicité, la durée de crête.

Certains des paramètres ci-dessus sont interdépendants (par exemple, la sporadicité et le débit cellulaire moyen/crête).

5.1.2 descripteur de trafic

Le descripteur de trafic ATM est la liste générique des paramètres de trafic pouvant être utilisés pour saisir les caractéristiques de trafic d'une connexion ATM.

Un descripteur de trafic source est une série de paramètres de trafic appartenant au descripteur de trafic utilisés au cours de l'établissement de la connexion pour saisir les caractéristiques intrinsèques du trafic de la connexion demandée par la source.

Un descripteur de trafic de connexion est la série de paramètres appartenant au descripteur de trafic ATM utilisés pendant la phase d'établissement de la connexion pour saisir les caractéristiques de trafic d'une connexion sur une interface normalisée. Le descripteur de trafic de la connexion se compose du descripteur de trafic source et des tolérances de variation CDV associées applicables à l'interface considérée (voir § 5.3.5).

Les procédures de contrôle d'admission de connexion utiliseront le descripteur de trafic source et les tolérances de variation CDV associées qui sont incluses dans le descripteur de trafic de la connexion pour accepter ou rejeter les demandes de connexion.

La description des caractéristiques du trafic pouvant être proposées par une connexion demandée doit être donnée par l'utilisateur dans la phase d'établissement de la connexion.

5.2 Conditions requises

Tout paramètre de trafic intervenant dans un descripteur de trafic source doit:

- être compréhensible par l'utilisateur ou le terminal, la conformité doit être possible;
- participer aux schémas d'affectation des ressources répondant aux besoins en matière de performance du réseau;
- pouvoir être fixé par les fonctions de commande UPC et NPC.

Ces critères doivent être respectés car les utilisateurs peuvent avoir à fournir ces paramètres de trafic lors de l'établissement de la connexion. De plus, ces paramètres de trafic doivent être représentatifs pour la procédure de contrôle d'admission de connexion (CAC) afin que celle-ci puisse maintenir les objectifs de performance du réseau une fois la connexion acceptée. Enfin, ils doivent pouvoir être fixés par la commande UPC/NPC pour maintenir la performance du réseau en cas d'utilisation non conforme.

5.3 Contrat de trafic

5.3.1 Définition du contrat de trafic

Pour qu'elles soient efficaces, les procédures de contrôle CAC et de gestion UPC/NPC nécessitent la connaissance de certains paramètres. Elles doivent prendre en compte la capacité de transfert ATM (voir § 6), le descripteur de trafic source, la classe de QS demandée et les tolérances de variation de temps de propagation (CDV) (voir § 5.3.5) pour décider si la connexion demandée peut être acceptée.

Une capacité de transfert ATM, un descripteur de trafic source et les tolérances de variation de temps de propagation associées et la QS sont déclarés par l'utilisateur lors de l'établissement de la connexion au moyen de la signalisation ou lors de la souscription de l'abonnement.

Une capacité de transfert ATM sélectionnée (y compris les procédures et certaines options telles que le marquage), le descripteur de trafic source, la classe de QS pour toute connexion ATM et les tolérances de temps de propagation des cellules attribuées à l'équipement client (CEQ, *customer equipment*) négociés au cours de l'établissement de la connexion définissent le contrat de trafic au point de référence T_{LB} . Un contrat analogue s'applique à l'interface interréseaux (INI, *inter-network interface*). Les tolérances de temps de propagation des cellules appartenant à un contrat de trafic en une interface INI comptent pour la variation du temps de propagation des cellules introduites par la partie en amont de la connexion, y compris l'équipement du client.

Pour une connexion ATM donnée, le descripteur de trafic source qui fait partie du contrat de trafic et toutes les valeurs de paramètre de ce descripteur de trafic source sont les mêmes pour toutes les interfaces normalisées le long d'une connexion.

Afin de respecter les garanties en matière de QS, une définition de conformité est spécifiée au point T_{LB} pour toute capacité de transfert ATM donnée (voir § 6). Une définition de conformité appartient à chaque interface de réseau normalisée. Un contrat de trafic peut également s'appliquer à une connexion par conduit virtuel ou par voie virtuelle. La définition de conformité d'une interface s'applique par conséquent au niveau où le contrat de trafic est défini (conduit virtuel ou voie virtuelle). De plus, un contrat de trafic pour une connexion peut faire intervenir un flux cellulaire sur la connexion dans le sens inverse d'une communication. Dans ce cas, une définition de conformité est également valable pour la connexion inverse.

Le contrôle d'admission de connexion (CAC) et les procédures de commande des paramètres d'utilisation/de réseau sont propres à l'exploitant. Lorsque la connexion a été acceptée, les valeurs du contrôle CAC et des paramètres UPC/NPC sont fixées par le réseau sur la base de la politique pratiquée par l'exploitant de réseau.

NOTE 1 – Toutes les connexions ATM traitées par les fonctions de réseau relatives à la connexion (CRF, voir les Recommandations UIT-T I.311 et I.732) doivent être déclarées.

NOTE 2 – Les connexions par voie virtuelle (VCC) individuelles faisant partie d'une connexion d'utilisateur par conduit virtuel (VPC) de bout en bout ne sont ni déclarées ni déterminées par la commande UPC (VP) et ne peuvent dès lors se voir garantir une QS de couche ATM.

5.3.2 Contrat de trafic et QS

La Rec. UIT-T I.356 spécifie les objectifs de QS pour une connexion de bout en bout et les règles de répartition qui fixent les objectifs de QS pour chaque partie d'une connexion normalisée. La QS de couche ATM est une garantie à long terme. La QS de couche ATM est assurée à toutes les cellules lorsque toutes les cellules d'utilisateur (ou les blocs, voir § 6.6) sont conformes aux tests de conformité applicables.

Il convient de noter que la QS est une notion en deux points qui s'applique à une connexion ou à une partie de connexion, alors que la conformité est une notion valable en un point qui s'applique à une interface (voir la Rec. UIT-T I.356). En conséquence, la définition de conformité en une interface s'applique au flux cellulaire qui est soumis à cette interface; la partie amont de la connexion est globalement responsable de la conformité en cette interface, c'est-à-dire l'utilisateur à l'interface utilisateur-réseau, l'utilisateur et les réseaux amonts par rapport à une interface interréseaux.

La QS de couche ATM ne doit pas être offerte à une connexion jugée non conforme par un fournisseur de réseaux. Les fournisseurs de réseaux peuvent unilatéralement décider si une connexion contenant des cellules non conformes (ou des blocs) n'est pas conforme. La définition exacte de la non-conformité est du ressort du fournisseur de réseaux. Même si une connexion n'est pas conforme, un exploitant de réseau peut choisir d'offrir certaines garanties de QS, voir par exemple § 6.4.6.

5.3.3 Contrat de trafic et priorité à la perte de cellules

Selon la capacité de transfert ATM, un utilisateur peut demander pour une connexion ATM une classe de QS qui fait intervenir deux niveaux de priorité indiqués par la valeur du bit CLP. Les caractéristiques intrinsèques du trafic pour les deux composantes du flux cellulaire doivent être caractérisées dans le descripteur de trafic source. Cela s'effectue au moyen d'un ensemble de paramètres de trafic associés avec la composante $CLP = 0$ et un ensemble de paramètres de trafic associés avec la composante de flux cellulaire composite $CLP = 0 + 1$.

Le réseau peut se conformer à un objectif de taux de perte de cellules pour chaque composante ($CLP = 0$ et $CLP = 0 + 1$) d'une connexion ATM. Le contrat de trafic spécifie les objectifs particuliers en matière de taux de perte de cellules (CLR) parmi ceux offerts par l'opérateur du réseau pour chaque composante de connexion ATM. La présente Recommandation limite actuellement l'utilisation de cette capacité aux deux cas suivants:

- il existe un objectif en matière de taux CLR pour le flux cellulaire $CLP = 0 + 1$, quelle que soit la valeur du bit CLP;
- il existe un objectif en matière de taux CLR pour le flux cellulaire $CLP = 0$, tandis que cet objectif pour le flux cellulaire $CLP = 0 + 1$ n'est pas spécifié.

5.3.4 Contrat de trafic et marquage

L'applicabilité du marquage (voir 7.2.3.6) à une connexion dépend de la capacité ATC négociée pour cette connexion (voir § 6). Lorsque le marquage est applicable à une connexion, il peut être réalisé à toutes les interfaces normalisées tout au long de la connexion. Les réseaux peuvent uniquement marquer les cellules lorsque la capacité de transfert ATM précise que le marquage s'applique. Les seules capacités ATC de la présente Recommandation auxquelles le marquage s'applique sont la SBR3 et la GFR2.

5.3.5 Effet des variations du temps de propagation des cellules sur la commande UPC/NPC et l'affectation des ressources

Les fonctions de couche ATM (par exemple, le multiplexage des cellules) peuvent altérer les caractéristiques du trafic des connexions ATM par l'introduction d'une variation du temps de propagation des cellules. Quand les cellules de plusieurs connexions ATM sont multiplexées, les cellules d'une connexion ATM donnée peuvent être retardées le temps d'insérer les cellules d'une autre connexion ATM à la sortie du multiplexeur. De même, certaines cellules peuvent être retardées le temps d'insérer des cellules OAM ou de préfixe de la couche Physique. Une certaine variation aléatoire caractérise par conséquent l'intervalle de temps entre la réception des primitives de demande de données de cellules ATM (Data_Request) au point d'extrémité d'une connexion et l'instant où une primitive d'indication de données de cellules ATM (Data_Indication) est reçue par la commande UPC/NPC. Par ailleurs, le multiplexage au niveau de la couche d'adaptation AAL peut engendrer des variations du temps de propagation des cellules (par exemple, lorsqu'un signal vidéo codé à 2 couches se compose de deux flux transférés par des cellules ATM différant chacun par le bit CLP).

Les causes de la variation du temps de propagation des cellules sont illustrées à la Figure 3.

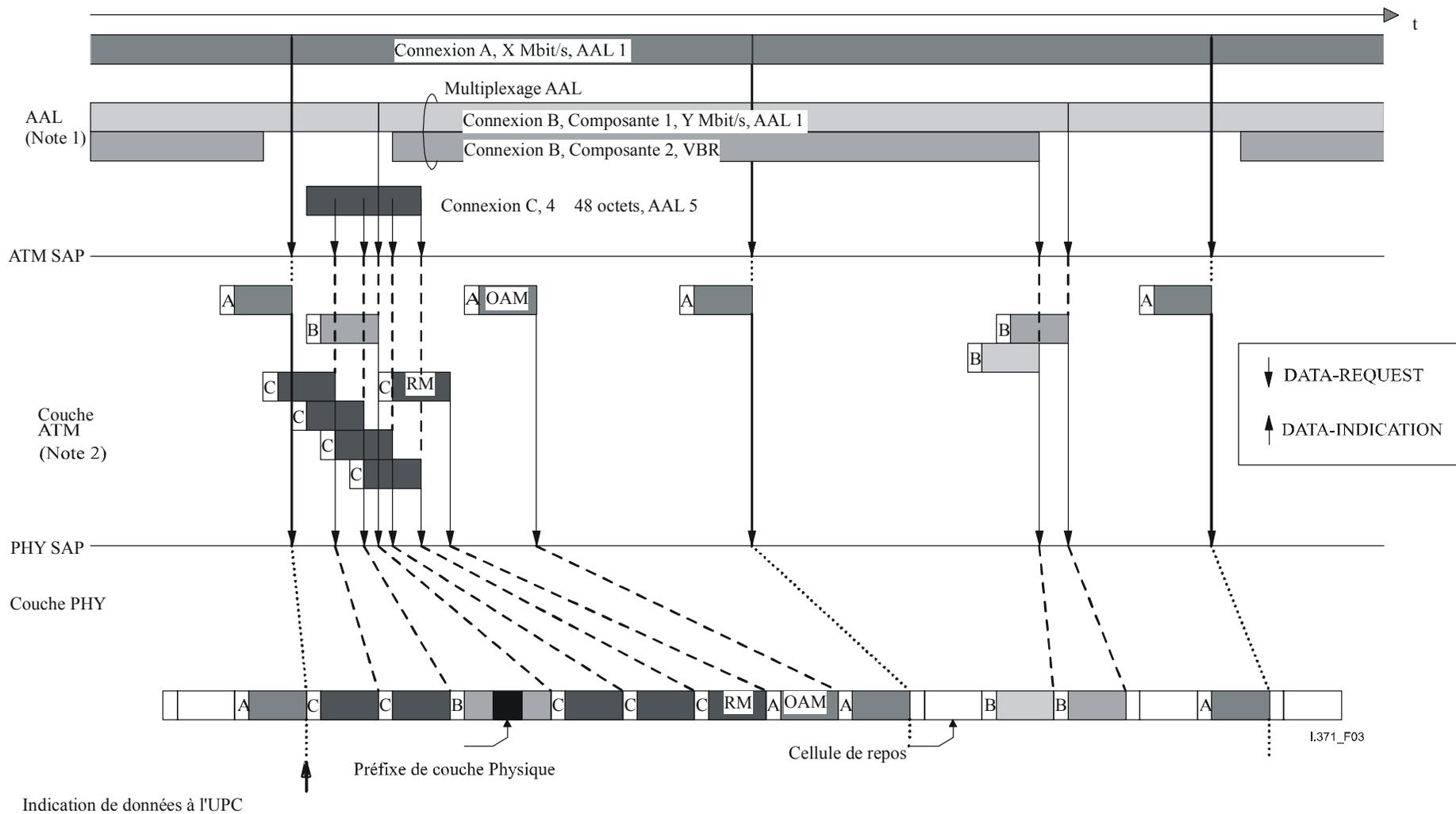
La définition de conformité par rapport au descripteur de trafic source en une interface donnée (interface UNI ou interface interréseaux, par exemple), ainsi que l'exécution des fonctions UPC/NPC, nécessitent la spécification de la variation CDV attribuée à la partie amont de la connexion et affectant chaque paramètre concerné.

La commande UPC/NPC doit tenir compte de l'effet de la variation maximale de temps de propagation des cellules autorisée sur les connexions ATM qui sont dues à la variation de temps de propagation accumulée et attribuée aux sous-réseaux amonts (dont l'équipement client).

Chaque composante d'une connexion (par exemple, la composante données d'utilisateur CLP = 0, la composante données d'utilisateur CLP = 0 + 1, la composante OAM d'utilisateur et la composante gestion des ressources d'utilisateur) peut en règle générale nécessiter la spécification d'une valeur différente de la tolérance de variation de temps de propagation de cellules (CDV) pour chacun de ses paramètres de trafic (par exemple, débit cellulaire de crête, ensemble de paramètres de débit cellulaire soutenable). Par conséquent, le nombre de valeurs de tolérance de temps de propagation de cellules applicables à une connexion dépend du descripteur de trafic source de la connexion et, en définitive, de la capacité de transfert ATM nécessaire à la connexion. On estime que seul un sous-ensemble de tolérances possibles sera nécessaire. Les modalités de la négociation des valeurs de tolérance de CDV entre l'utilisateur et le réseau et entre deux réseaux (par exemple, par abonnement ou pour chaque connexion) dépendent des paramètres de trafic auxquels la tolérance de CDV s'applique. On trouvera de plus amples détails concernant le débit cellulaire de crête et le débit cellulaire soutenable respectivement aux § 5.4.1.3 et 5.4.2.3.

La conformation du trafic compense partiellement les effets de la variation CDV et se traduit par une tolérance de variation CDV réduite à appliquer aux interfaces subséquentes de la connexion ATM. Le réespacement des cellules dans les connexions ATM individuelles en fonction de leur débit cellulaire crête ou les schémas de service avec file d'attente sont des exemples de mécanismes de conformation du trafic.

La définition d'un descripteur de trafic et la normalisation des tolérances de variation CDV maximales admissibles ne suffisent pas toujours à une bonne affectation des ressources par le réseau. Lorsqu'il attribue les ressources, le réseau doit tenir compte du cas de trafic le plus défavorable passant par les fonctions UPC/NPC afin d'éviter la dégradation d'autres connexions ATM. Le cas de trafic le plus défavorable dépend de l'implémentation particulière des fonctions UPC/NPC. Le compromis entre la complexité des fonctions UPC/NPC, le cas du trafic le plus défavorable et l'optimisation de l'affectation des ressources du réseau se feront à la discrétion des opérateurs de réseaux. Le volume des ressources réseaux disponibles et la performance du réseau nécessaire pour répondre aux spécifications de QS peuvent influencer ces compromis.



Indication de données à l'UPC

NOTE 1 – Les unités de données de service ATM sont cumulées au débit du service de couche supérieure. Le multiplexage dans la couche AAL peut également être une source de variation CDV.
 NOTE 2 – Le retard du contrôle GFC et la variation de ce retard sont des composantes du retard et de la variation du retard introduits par la couche ATM.
 NOTE 3 – Le réseau peut également être à la source des variations du temps de propagation des cellules (CDV) par suite des retards aléatoires d'attente affectant chaque cellule dans les files d'attente des concentrateurs, des commutateurs et des brasseurs.

Figure 3/I.371 – Sources des variations du temps de propagation des cellules

La Figure 3 a pour seul but d'illustrer les fonctions introduisant une variation de temps de propagation des cellules. Cette figure n'implique pas de relation avec la définition des paramètres de trafic (par exemple, intervalle d'émission de crête).

5.4 Spécifications des paramètres de trafic

La définition de la conformité par rapport à un contrat de trafic donné repose sur une spécification univoque des paramètres de trafic. Les paramètres de trafic utilisés et la conformité d'un paramètre peuvent dépendre des capacités de transfert ATM applicables à une connexion (voir § 6).

Une tolérance sera, le cas échéant, spécifiée en association avec chaque paramètre de trafic à une interface où une définition de conformité s'applique afin de tenir compte des effets des fonctions de multiplexage amont sur les valeurs des paramètres de trafic source.

Pour que la spécification d'un paramètre de trafic ne soit pas ambiguë, la présente Recommandation normalise une liste de valeurs discrètes pouvant être prises par un paramètre donné ou les tolérances de variation CDV, exprimées avec une unité convenable. En outre, les règles de traduction sont normalisées, par exemple, lorsqu'un paramètre doit avoir plusieurs représentations ou plusieurs unités au niveau de la couche ATM ou à l'intérieur des plans gestion et commande (c'est-à-dire la traduction épicyllulaire de crête en intervalle d'émission de crête, la traduction de taille de rafale maximale en tolérance intrinsèque de rafale).

Les paramètres associés aux intervalles de temps seront spécifiés comme des sous-ensembles d'une liste générique unique de valeurs spécifiées par codage en virgule flottante, avec une mantisse à 10 bits et un exposant à 6 bits comme suit:

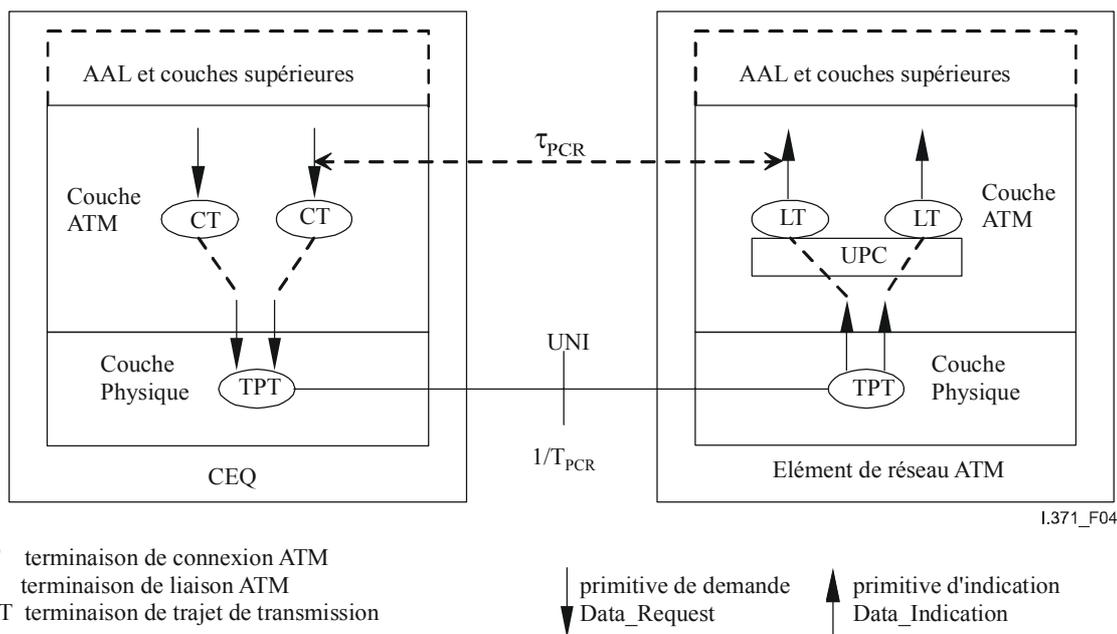
$$2^{e-32} \left(1 + \frac{w}{2^{10}} \right) [\text{secondes}]$$
$$0 \leq e \leq 41$$
$$0 \leq w \leq 1023$$

La présente Recommandation définit le débit cellulaire de crête (PCR, voir § 5.4.1) et l'ensemble des paramètres de débit cellulaire soutenable (SCR/IBT, voir § 5.4.2). D'autres paramètres établis à partir de ces définitions apparaissent aussi dans les spécifications des capacités de transfert ATM (voir § 6). Les autres paramètres normalisés qui seront ultérieurement spécifiés devront améliorer nettement l'utilisation du réseau.

Le débit cellulaire de crête est un paramètre de trafic obligatoire qui doit être déclaré de manière explicite ou implicite dans tout descripteur de trafic source. Outre le débit cellulaire de crête d'une connexion ATM, l'utilisateur doit obligatoirement déclarer de manière explicite ou implicite la tolérance de variation du temps de propagation des cellules τ_{PCR} à l'interface UNI dans le contrat de trafic considéré.

Configuration de référence et terminal équivalent pour la spécification des paramètres de trafic

La configuration de référence de la Figure 4 se rapporte à la spécification de paramètres de trafic et les tolérances associées au niveau de l'interface UNI.



I.371_F04

CT terminaison de connexion ATM

LT terminaison de liaison ATM

TPT terminaison de trajet de transmission

↓ primitive de demande
Data_Request

↑ primitive d'indication
Data_Indication

NOTE 1 – La terminaison de la connexion ATM peut être une terminaison de connexion par conduit virtuel (VPCT, VP connection termination) ou une terminaison de connexion par voie virtuelle (VCCT, VC connection termination).

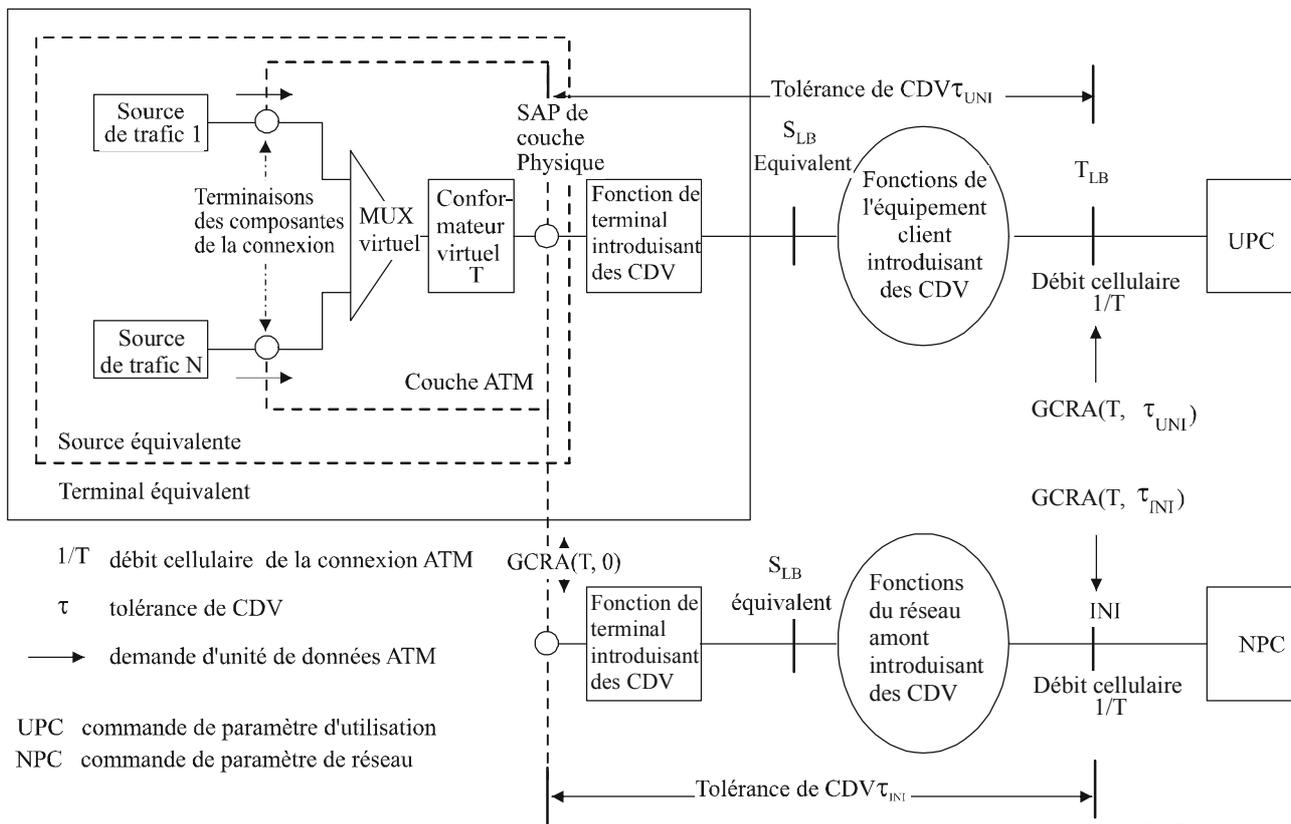
NOTE 2 – La terminaison de liaison ATM peut être une terminaison (VPLT, VP link termination) ou (VCLT, VC link termination).

NOTE 3 – Pour de plus amples détails sur les terminaisons TPT, VPLT, VPCT, VCLT et VCCT, voir les Recommandations UIT-T I.731 et I.732.

Figure 4/I.371 – Configuration de référence pour la spécification des paramètres de trafic

Lorsqu'une connexion ATM comporte un certain nombre de composantes de connexion (par exemple, connexions par voie virtuelle dans une connexion par conduit virtuel) qui sont générées par différentes sources en différents endroits, la Figure 5 illustre le débit cellulaire d'une connexion ATM et la tolérance CDV associée au moyen d'une source équivalente et d'un terminal équivalent. Dans cette figure, les primitives de demande de données ATM PDU Data_Request émises par chacune des sources sont virtuellement fusionnées et émises avec un intervalle correspondant au débit cellulaire de la connexion. Les primitives de demande de données ATM PDU Data_Request émises par la source équivalente seront, théoriquement, conformes à l'algorithme GCRA(T,0) (voir l'Annexe A). La variation de temps de propagation des cellules, introduite par les différents équipements terminaux (multiplexage AAL ou ATM, fonctions de couche Physique, intégrés dans un terminal équivalent) et par l'équipement client (CEQ), est prise en compte dans la tolérance CDV τ_{UNI} à l'interface utilisateur-réseau, de sorte que le débit cellulaire à cette interface est conforme à un algorithme GCRA(T, τ_{UNI}). De même, il est tenu compte d'une tolérance de variation CDV τ_{INI} dans la variation CDV introduite par la partie amont de la connexion en une interface INI donnée.

Il convient de noter qu'en ce qui concerne la Figure 5, la source équivalente peut comporter une seule source de trafic et un dispositif de mise en forme virtuel (cas où il y a une tolérance intrinsèque associée à une source; voir par exemple l'ensemble de paramètres de débit cellulaire soutenable) ou une source de trafic unique sans dispositif de mise en forme (cas d'une source produisant réellement la demande de données PDU ATM Data_Request à l'intervalle T).



NOTE – Cette figure est donnée uniquement à titre d'illustration et n'implique aucune implémentation.

Figure 5/I.371 – Source équivalente et terminal équivalent pour la définition d'un débit cellulaire d'une connexion ATM

5.4.1 Débit cellulaire de crête

La définition ci-après s'applique aux connexions ATM pour toute capacité de transfert ATM définie au § 6.

Le débit cellulaire de crête dans un descripteur de trafic source spécifie la limite supérieure du trafic qui peut être appliquée à une connexion ATM. Le respect de cette limite par la connexion UPC/NPC permet à l'exploitant du réseau d'attribuer des ressources suffisantes pour se conformer aux objectifs de performance (par exemple, pour ce qui est du taux de perte de cellules).

La valeur de débit cellulaire de crête, telle qu'elle est négociée et décidée lors de l'établissement d'une connexion ou modifiée ultérieurement au moyen de procédures de signalisation ou de gestion du réseau, doit être la même tout le long d'une connexion ATM donnée. La tolérance de variation CDV τ_{PCR} associée au débit cellulaire de crête peut être différente à différentes interfaces le long de la connexion ATM. La tolérance τ_{PCR} peut ne pas être la même pour tous les flux cellulaires d'une connexion ATM à une interface donnée.

5.4.1.1 Définition du débit cellulaire de crête pour une connexion VPC/VCC

Lieu

- au point d'accès au service (SAP) de la couche Physique pour un terminal équivalent représentant une connexion VPC/VCC (voir Figure 5);
- de manière équivalente à la terminaison de trajet de transmission (TPT, *transmission path termination*) pour la configuration de référence représentant la connexion VPC/VCC, voir Figure 4.

Événement de base

Demande d'envoi d'une unité de données protocolaire ATM_PDU.

Définition

Le débit cellulaire de la connexion ATM est l'inverse de l'intervalle minimal de temps T_{PCR} séparant les instants d'arrivée de deux événements de base définis ci-dessus. T_{PCR} est l'intervalle d'émission crête de la connexion ATM.

Sur un terminal à entité AAL unique et en l'absence de flux d'information OAM ou RM sur la couche ATM, la localisation et l'événement de base sont:

Lieu

- au point d'accès au service (SAP) de la couche ATM pour un terminal équivalent représentant la connexion VPC/VCC (voir Figure 5),
- de manière équivalente à la terminaison de conduit virtuel ou de voie virtuelle (VPCT/VCCT) pour la configuration de référence représentant la connexion VPC/VCC, voir Figure 4.

Événement de base

Demande d'envoi d'une primitive ATM_SDU.

Pour ce qui concerne les capacités spécifiées dans le § 6 et afin d'attribuer correctement les ressources à une connexion VPC/VCC, un débit cellulaire crête, tel que défini ci-dessus, doit être spécifié pour chaque composante de la connexion ATM, c'est-à-dire la composante données d'utilisateur (CLP = 0 + 1), la composante OAM d'utilisateur et la composante RM. Certaines composantes peuvent être regroupées (par exemple, OAM d'utilisateur avec données d'utilisateur). Pour chaque composante, on définit une tolérance CDV correspondante τ_{PCR} qui rend compte de la variation du délai de transmission des cellules (voir § 5.3.5).

Des exemples d'application de la définition de débit cellulaire crête à des configurations spécifiques sont donnés dans l'Appendice I.

5.4.1.2 Spécification du débit cellulaire crête

La liste ci-après des valeurs associées des débits cellulaires de crête et des intervalles d'émission de crête (PEI, *peak emission interval*) définit une granularité du débit cellulaire crête de la couche ATM, utilisée dans le cadre de la définition de conformité. Une exigence relative à la précision de la régulation de débit cellulaire d'une fonction UPC/NPC est définie au § 7.2.3.2.1.

Spécification des valeurs de débit cellulaire crête

La formule ci-après donne une liste de 16 384 valeurs de débit cellulaire crête Λ_{PCR} comprises entre 1 cellule/s et 4,29077 Gcellules/s. Un système de codage en virgule flottante, avec une mantisse à 9 bits et un exposant à 5 bits est utilisé. La différence relative entre toute paire de valeurs successives est quasi constante sur la gamme complète des valeurs et toujours inférieure à 0,19%.

$$\Lambda_{PCR} = 2^{m_{PCR}} \cdot \left(1 + \frac{k_{PCR}}{512} \right) \text{cellules/s}$$
$$0 \leq m_{PCR} \leq 31$$
$$0 \leq k_{PCR} \leq 511$$

Spécification des intervalles d'émission de crête

La formule ci-dessous donne la liste correspondante des 16 384 valeurs d'intervalle d'émission de crête T_{PCR} comprises entre 0,9995 seconde et $2,33 \cdot 10^{-10}$ secondes. La différence relative entre toute paire (même valeur de m_{PCR} et k_{PCR}) de débit cellulaire crête et 1/intervalle d'émission de crête est inférieure à 0,0977%. Cette liste est un sous-ensemble de la liste générique spécifiée ci-dessus pour les intervalles de temps. En ce qui concerne le codage du paramètre Λ_{PCR} avec une mantisse à 9 bits et exposant à 5 bits, il est nécessaire de disposer d'un bit supplémentaire pour l'exposant afin de coder le signe et d'un bit supplémentaire pour la mantisse afin d'augmenter la précision du codage en raison de la non-linéarité de la fonction ($x \rightarrow 1/x$).

$$T_{PCR} = 2^{-(m_{PCR}+1)} \cdot \left(1 + \frac{1023 - k'_{PCR}}{1024}\right) \text{ secondes}$$

$$k'_{PCR} = \left\lfloor \frac{2047k_{PCR} - 512}{k_{PCR} + 512} \right\rfloor + 1$$

$$0 \leq m_{PCR} \leq 31$$

$$0 \leq k_{PCR} \leq 511$$

dans laquelle $\lfloor x \rfloor$ désigne l'arrondissement à la valeur entière inférieure la plus proche.

Le codage a été conçu de manière à ce que toute valeur de débit cellulaire crête soit toujours inférieure à la valeur de l'inverse de 1/intervalle d'émission de crête correspondante.

La valeur PCR_{sig} négociée prise en charge par la signalisation sera arrondie à la valeur supérieure la plus proche du débit PCR de couche ATM dans la liste des valeurs spécifiées pour les vérifications de conformité. Cette opération pourra être faite en utilisant les formules ci-après tant que $PCR_{sig} > 0$:

$$m_{PCR} = \left\lceil \log_2 \left(\frac{PCR_{sig}}{1023} \right) + 9 \right\rceil$$

$$k_{PCR} = \left\lceil \frac{PCR_{sig}}{2^{m_{PCR}-9}} - 512 \right\rceil$$

dans laquelle $\lceil x \rceil$ désigne l'arrondissement à la valeur entière supérieure la plus proche.

5.4.1.3 Spécification de tolérance de variation de temps de propagation des cellules pour le débit cellulaire crête

La tolérance de variation CDV associée à la composante de données utilisateur peut être déclarée de manière explicite (par exemple, en acheminant la valeur dans le message de signalisation dans une connexion) ou implicite. La déclaration implicite est effectuée par spécification des caractéristiques de la variation CDV en une interface donnée (par exemple, l'interface UNI ou INI) lors de l'abonnement ou par la conclusion d'accords réciproques entre l'exploitant et l'utilisateur ou entre exploitants.

La caractérisation de la tolérance CDV en une interface donnée doit tenir compte des fonctions disponibles dans cette interface. Actuellement, on a recensé deux cas extrêmes:

- spécification très stricte de la tolérance CDV: une demande de connexion ne doit pas être refusée seulement sur la base d'une spécification de tolérance CDV si cette spécification est inférieure ou égale à τ_{PCR} dans laquelle τ_{PCR} est donné par:

$$\frac{\tau_{PCR}}{\Delta} = \max \left[\frac{T_{PCR}}{\Delta}, \alpha \left(1 - \frac{\Delta}{T_{PCR}} \right) \right]$$

où:

T_{PCR} est l'intervalle d'émission de crête de la connexion (exprimé en secondes).

Δ est le temps de transmission d'une cellule (en secondes) à la vitesse de la liaison d'interface.

α est un coefficient sans dimension, la valeur proposée est $\alpha = 80$.

- spécification non stricte de tolérance CDV: une variation CDV importante peut être tolérée. Dans ce cas, seule la spécification de la valeur maximale de la tolérance CDV τ_{MAX} qui peut être attribuée à une connexion est envisagée. Cette tolérance τ_{MAX} peut être interprétée comme étant la variation maximale de CDV qui peut être tolérée dans le flux de cellules de données d'utilisateur. τ_{MAX} n'est pas spécifié dans la présente Recommandation UIT-T.

Entre ces deux cas extrêmes, il existe des cas intermédiaires qui pourraient dépendre des interfaces de réseau et pour lesquels une valeur par défaut, fondée sur l'intervalle PEI, pourrait être spécifiée.

Les cas ci-dessus n'interdisent pas à un exploitant d'accepter différentes valeurs de tolérance CDV, qui peuvent être spécifiées au moment de l'abonnement ou par accords réciproques; en particulier, une valeur donnée de la tolérance τ_{PCR} peut être spécifiée pour toutes les connexions d'une interface. En outre, une tolérance CDV peut être acheminée par la signalisation pour chaque connexion.

Les sous-ensembles de la liste générique spécifiés pour les intervalles de temps qui peuvent être utilisés pour choisir les valeurs de la tolérance τ_{PCR} seront codés comme suit:

$$\tau_{PCR} = 2^{e_{PCR}-32} \cdot 2^9 \cdot \left(1 + \frac{w_{PCR} \cdot 2^5}{2^{10}} \right) \text{secondes}$$

$$0 \leq e_{PCR} \leq 31$$

$$0 \leq w_{PCR} \leq 31$$

Ce codage doit être utilisé pour prendre en charge la déclaration de la tolérance τ_{PCR} par des moyens de signalisation ou de gestion.

Les valeurs de la tolérance τ_{PCR} qui seront effectivement utilisées et choisies parmi cette liste générique relèvent de la responsabilité de l'exploitant.

5.4.2 Débit cellulaire soutenable

Le débit cellulaire soutenable (SCR, *sustainable cell rate*) ainsi qu'un paramètre caractérisant la taille maximale des rafales au débit cellulaire crête [tolérance intrinsèque des rafales (IBT, *intrinsic burst tolerance*)] sont destinés à décrire les sources à débit variable (VBR) et permettre le multiplexage statistique des flux de trafic issus de ces sources.

La définition du débit cellulaire soutenable (Λ_{SCR}) et de la tolérance intrinsèque des rafales (τ_{IBT}) utilise l'algorithme de référence décrit dans l'Annexe A, appelé algorithme générique de débit cellulaire (GCRA, *generic cell rate algorithm*). La tolérance intrinsèque des rafales est prise en charge par la signalisation en termes de taille maximale des rafales (MBS, *maximum burst size*).

L'ensemble des paramètres de débit cellulaire soutenable tel que négocié et décidé lors de l'établissement de la connexion ou modifié par la suite et acheminé par signalisation, doit être le même tout au long d'une connexion ATM donnée. La tolérance CDV τ'_{SCR} associée avec l'ensemble des paramètres de débit cellulaire soutenable peut être différente en différentes interfaces le long d'une connexion ATM. Un complément d'étude est nécessaire pour savoir si la tolérance τ'_{SCR} est la même pour toutes les composantes d'une connexion ATM à une interface donnée.

5.4.2.1 Débit cellulaire soutenable pour une connexion VPC/VCC

Lieu

- au point d'accès au service (SAP) de la couche Physique pour un terminal équivalent représentant une connexion VPC/VCC (voir Figure 5);
- de manière équivalente à la terminaison de trajet de transmission (TPT, *transmission path termination*) pour la configuration de référence représentant la connexion VPC/VCC, voir Figure 4.

Événement

Demande d'envoi d'une unité de données protocolaire ATM_PDU.

Définition

Le débit cellulaire soutenable appelé Λ_{SCR} , et la tolérance intrinsèque de rafales, appelée τ_{IBT} , d'une connexion ATM sont définis par l'algorithme GCRA (T_{SCR}, τ_{IBT}) fondé sur l'apparition des événements de base ci-dessus. Λ_{SCR} est l'inverse de T_{SCR} .

Le débit cellulaire soutenable et la tolérance intrinsèque de rafales sont des composantes du descripteur de trafic ATM.

Pour la définition de conformité aux interfaces UNI/INI, une tolérance τ'_{SCR} a été ajoutée à la tolérance intrinsèque de rafales τ_{IBT} . La tolérance τ'_{SCR} rend compte de la variation cellulaire introduite par le système de multiplexage au niveau de la cellule et au niveau de la rafale. Une limite supérieure de τ'_{SCR} est la différence entre les temps de transfert des cellules les plus longs et les plus courts entre la source et l'interface UNI/INI de cette connexion. Aussi τ'_{SCR} peut également être choisie pour être un petit quantile, par exemple 10^{-9} , de la variation de temps de propagation possible.

Lorsque le débit cellulaire crête est complété par un ensemble de paramètres de débit cellulaire soutenable (T_{SCR} et τ_{IBT}), le descripteur de trafic source contient le débit cellulaire crête, le débit cellulaire soutenable et les paramètres de tolérance de rafales intrinsèque. En outre, le contrat de trafic doit préciser les paramètres de tolérance de variation du temps de propagation de cellules τ_{PCR} (associés au débit cellulaire crête) et τ'_{SCR} (associés au débit cellulaire soutenable).

Lorsque le débit cellulaire crête est complété par le débit cellulaire soutenable pour une connexion ATM, T_{SCR} est toujours plus grand que T_{PCR} (Λ_{SCR} plus petit que Λ_{PCR}).

5.4.2.2 Spécification du débit cellulaire soutenable et de la tolérance intrinsèque de rafales

Les valeurs de T_{SCR} utilisant le même sous-ensemble de la liste générique de valeurs et le même codage que celui qui est spécifié pour T_{PCR} incluent les erreurs de traduction à partir de Λ_{SCR} et de la signalisation (voir § 5.4.1.2).

La tolérance intrinsèque de rafales utilisera le même sous-ensemble de la liste générique de valeurs et le même codage que celui spécifié pour la tolérance τ_{PCR} (voir § 5.4.1.3). La traduction à partir de la taille maximale de rafale prise en charge par la signalisation utilisera la règle suivante:

$$\tau_{IBT} = \lceil (MBS - 1)(T_{SCR} - T_{PCR}) \rceil \text{ secondes}$$

où $\lceil x \rceil$ désigne la première valeur supérieure à x choisie dans la liste générique de valeurs.

Si l'utilisateur connaît la tolérance τ_{IBT} et ne connaît pas la taille maximale des rafales, on applique la règle suivante:

$$MBS = 1 + \left\lfloor \frac{\tau_{IBT}}{T_{SCR} - T_{PCR}} \right\rfloor \text{ cellules}$$

dans laquelle $\lfloor x \rfloor$ désigne l'arrondissement à la valeur entière inférieure la plus proche.

Les valeurs de MBS ou de la tolérance τ_{IBT} qui seront effectivement sélectionnées seront choisies par l'exploitant. Cependant, les valeurs MBS déclarées par la signalisation ne devront pas donner lieu à une valeur τ_{IBT} dépassant la valeur maximale qu'on peut obtenir par le système de codage pour τ_{IBT} .

5.4.2.3 Spécification de la tolérance de variation du temps de propagation des cellules pour le débit cellulaire soutenable

Le même système de codage s'applique aux tolérances τ'_{SCR} et τ_{PCR} , voir § 5.4.1.3.

Ce codage doit être utilisé pour prendre en charge la déclaration de la tolérance τ'_{SCR} par des moyens de signalisation ou de gestion.

L'exploitant choisira parmi cette liste générique les valeurs de la tolérance τ'_{SCR} qui seront effectivement utilisées.

5.4.3 Spécification d'autres paramètres de trafic

Outre le débit cellulaire crête (voir § 5.4.1) et le débit soutenable/la tolérance de rafales intrinsèque (voir § 5.4.2), les paramètres de trafic suivants sont utilisés dans la présente Recommandation.

- Débit cellulaire minimal (MCR, *minimum cell rate*): limite inférieure du débit cellulaire autorisé pour les sources de débit ABR; elle est spécifiée pour chaque connexion. (ABR).
- Débit cellulaire autorisé initial (IACR, *initial allowed cell rate*): limite supérieure en matière de débit cellulaire autorisé pour les sources de débit ABR lors de l'initialisation.
- Facteur de réduction du débit (RDF, *rate decrease factor*): paramètre qui contrôle la réduction du débit de transmission cellulaire pour les sources de débit ABR.
- Facteur d'augmentation du débit (RIF, *rate increase factor*): paramètre qui contrôle l'augmentation du débit de transmission cellulaire pour les sources de débit ABR.
- Pour chaque cellule RM dans le sens aller, N_{RM} est le nombre maximal de cellules au débit (y compris cette cellule RM particulière) qu'une source de débit ABR peut envoyer.
- Temps aller et retour fixe (FRTT, *fixed round trip time*): estimation du temps aller et retour minimal de la connexion. (ABR.)
- Exposition transitoire du tampon (TBE, *transient buffer exposure*): limite que le réseau tente d'imposer à la source en termes de nombre de cellules envoyées avant le retour de la première cellule RM. (ABR.)
- Débit cellulaire minimal (MCR, *minimum cell rate*): paramètre utilisé (conjointement avec d'autres paramètres) pour une connexion à débit GFR afin de quantifier la limite inférieure du nombre de cellules pour la qualité de service (QS) exigée. Il est spécifié individuellement pour chaque connexion.
- Taille maximale des trames (MFS, *maximum frame size*): nombre maximal de cellules produites par l'utilisateur dans une trame qui peut être envoyée au moyen d'une connexion à débit GFR.

5.4.4 Caractéristiques de trafic relatives aux capacités ATC

Le Tableau 1 énumère les caractéristiques de trafic, y compris le descripteur de trafic source et les tolérances de CDV, relatives à chaque capacité de transfert ATM comme défini dans le § 6. Un X dans le tableau indique que la caractéristique de trafic est pertinente pour la capacité ATC correspondante.

Tableau 1/I.371 – Caractéristiques de trafic relatives aux capacités ATC

Référence de capacité ATC	Référence de paramètre	DBR	SBR1	SBR2, SBR3	ABT/DT, ABT/IT	ABR	GFR
		Paragraphe 6.4	Paragraphe 6.5	Paragraphe 6.5	Paragraphe 6.6	Paragraphe 6.7	Paragraphe 6.8
PCR(0+1)	5.4.1	X	X	X	X	X (Note 4)	X
$\tau_{PCR}(0+1)$	5.4.1	X	X	X	X		X
SCR(0)	5.4.2			X			
$\tau_{IBT}(0)$	5.4.2			X			X (Note 9)
$\tau'_{SCR}(0)$	5.4.2			X			
SCR(0+1)	5.4.2		X		X (Note 3)		
$\tau_{IBT}(0+1)$	5.4.2		X		X (Note 3)		
$\tau'_{SCR}(0+1)$	5.4.2		X		X (Note 3)		
MCR(0)	5.4.3, 6.7.2					X (Note 6)	X
τ_1	6.7.5					X (Note 5)	
τ_2	6.7.5					(Note 7)	
τ_3	6.7.5					(Note 7)	
IACR(0)	6.7.2					X	
FRTT	6.7.3					X	
TBE	6.7.3					X	
RDF	6.7.3					X	
RIF	6.7.3					X	
Marquage de cellule	5.3.4			(Note 2)			(Note 2)
$\tau_{MCR}(0)$	6.8.2						X
Marquage de trame	6.8						(Note 10)
MFS	6.8.2						X
PCR(RM), $\tau_{PCR}(RM)$	5.4				X (Note 8)		
PCR(OAM), $\tau_{PCR}(OAM)$	5.4	X (Note 1)			X (Note 1)		

NOTE 1 – La déclaration séparée des caractéristiques de trafic OAM d'utilisateur n'est possible que pour les capacités DBR et ABT; cette déclaration est facultative (voir § 6.4). Si cette option n'est pas choisie, les cellules OAM d'utilisateur sont ajoutées aux cellules de données d'utilisateur lors de la détermination des caractéristiques du trafic offert.

NOTE 2 – Le marquage de cellules (voir § 7.2.3.6) s'applique uniquement au débit SBR3 (voir § 6.5.2) et au débit GFR2 (voir § 6.8.1). Les débits SBR2 et SBR3 ainsi que les débits GFR1 et GFR2 sont identiques, sauf pour l'application du marquage.

Tableau 1/I.371 – Caractéristiques de trafic relatives aux capacités ATC

NOTE 3 – La déclaration d'un ensemble de paramètres (débit SCR, tolérance IBT) pour capacités de transfert ABT est facultative. Dans le cas où cet ensemble de paramètres et une classe de QS avec des objectifs CLR spécifiés sont négociés, un certain degré de qualité de service est imposé au niveau des blocs. Si cet ensemble de paramètres n'est pas négocié, on admet que le débit SCR est égal à 0 et aucun degré particulier de qualité de service n'est imposé au niveau des blocs (voir § 6.6).

NOTE 4 – Le trafic généré par l'utilisateur doit être transmis avec le bit CLP mis à 0, bien que le trafic de données d'utilisateur soit spécifié à l'aide d'un débit PCR(0+1). Certaines cellules RM d'utilisateur peuvent être transmises avec le bit CLP mis à 1 (voir § 6.7).

NOTE 5 – Le même paramètre CDVT τ_1 s'applique aux débits ACR(0) de PCR(0+1) à MCR(0).

NOTE 6 – Il convient de transmettre le trafic produit par l'utilisateur en mettant le bit CLP à 0. Le débit MCR peut être mis à 0.

NOTE 7 – La négociation de τ_2 et de τ_3 appelle un complément d'étude.

NOTE 8 – Il est nécessaire de définir une valeur par défaut de τ_{RM} pour chaque interface normalisée valide pour une connexion de transfert ABT.

NOTE 9 – La valeur τ_{BT} est déduite des paramètres MBS, PCR et MCR (voir § 6.8.3.3).

NOTE 10 – Le marquage de trame ne s'applique qu'aux débits GFR2.

6 Capacités de transfert ATM

6.1 Généralités

6.1.1 Définitions et prescriptions

Une capacité de transfert ATM est destinée à prendre en charge un modèle de service de couche ATM et la QS correspondante en lui associant un ensemble de paramètres de trafic de couche ATM et de procédures. L'utilisation de capacités de transfert ATM (ATC) peut être considérée de deux points de vue distincts: le point de vue de l'utilisateur, pour lequel une capacité ATC convient à un ensemble donné d'applications, et le point de vue de l'exploitant de réseau pour lequel une capacité ATC peut présenter certains avantages liés au multiplexage statistique. Une capacité de transfert ATM peut inclure la spécification de primitives correspondantes et la spécification des informations de gestion du trafic à échanger à travers des interfaces normalisées.

La conformité de trafic doit être définie afin de permettre aux fournisseurs de réseaux d'être en mesure de prendre des engagements de qualité de service; elle est spécifiée dans la présente Recommandation aux niveaux d'interfaces normalisées (UNI, INI). Un fournisseur de réseau peut utiliser ces définitions de conformité pour prendre des engagements de qualité de service pour une portion du trafic offert, en fonction de la conformité de ce trafic (voir Rec. UIT-T I.356). Il peut y avoir plus d'une qualité de service pour une capacité ATC donnée (voir Rec. UIT-T I.356).

En supposant qu'un utilisateur peut s'engager à soumettre des cellules conformes aux descripteurs de trafic en plus du débit PCR, la raison pour laquelle il choisira un service fondé sur la capacité de transfert ATM autre que la capacité de transfert à débit déterministe sera la possibilité d'un coût inférieur facturé par le fournisseur de réseaux. Le détail de cette différence de coût n'entre pas dans le domaine d'application de la présente Recommandation.

Il faut obligatoirement déclarer explicitement ou implicitement lors de l'établissement de la connexion l'utilisation des capacités de transfert ATM sur une connexion donnée parmi celles disponibles dans le réseau.

Une fois la connexion ATM établie, la capacité ATC convenue sera la même à toutes les interfaces le long de la connexion (voir § 5.3.1). Cependant, le choix du mode de prise en charge d'une capacité de transfert ATM donnée relève de l'exploitant à condition que celle-ci soit compatible avec les spécifications des interfaces normalisées.

Il n'existe pas de correspondance univoque entre les services ou les classes de service (par exemple catégories de service support à large bande) et les capacités de transfert ATM qui peuvent être utilisées. Par exemple, un service de données de couche supérieure tel que le service support au mode tramé (FMBS) peut utiliser les capacités de transfert DBR, SBR, ABR ou ABT. En conséquence, la capacité de transfert ATM demandée prise en charge par la signalisation ne doit pas être vérifiée par la gestion des admissions de connexion par rapport à des informations autres que celles qui figurent dans le contrat de trafic (c'est-à-dire la classe de QS, le descripteur de trafic source et les tolérances de variation CDV associées). Le débit DBR est la capacité de transfert ATM par défaut.

Une communication ATM donnée utilise la même capacité de transfert ATM dans les deux sens. L'utilisation de capacités de transfert différentes pour les deux connexions d'une communication pose des problèmes relatifs par exemple aux cellules OAM et aux cellules de gestion des ressources ou au routage et n'est pas actuellement spécifiée dans la présente Recommandation. Cela concerne également les connexions de multidiffusion.

6.1.2 Capacités ATC et multiplexage

Le multiplexage et les politiques de programmation des cellules dans un élément de réseau (voir la Rec. UIT-T E.736) sont essentiels pour satisfaire aux garanties en matière de QS, notamment pour prendre en charge plusieurs combinaisons de capacités ATC et de classe de QS dans un réseau en plus d'optimiser l'utilisation des ressources réseau. Il convient que ces politiques tiennent compte des capacités ATC et des classes de QS à prendre en charge. Une fois ces critères satisfaits, le fonctionnement de ces politiques est propre à l'exploitant. L'implémentation est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Le multiplexage de connexions VCC dans une connexion VPC pose le problème de maintenir le niveau de QS de chaque connexion VCC multiplexée. Les connexions VCC utilisant la même capacité de transfert ATC peuvent être multiplexées en une connexion VPC DBR. Une connexion VCC ou VPC DBR de la classe de QS 1 peut être utilisée pour émuler une connexion VCC ou VPC avec une capacité ATC différente. A l'exception de ces deux cas, la présente Recommandation ne traite pas des cas suivants:

- le multiplexage des connexions VCC ayant différentes capacités ATC et/ou classes de QS en une seule connexion VPC (par exemple, des connexions VCC ABR et des connexions VCC ABT en une connexion VPC SBR);
- le multiplexage de connexions VCC dans une connexion VPC ayant la même ou une autre capacité ATC (par exemple, une connexion VPC ABR acheminant des connexions VCC ABR);
- l'émulation d'une capacité ATC par une autre capacité ATC (exemple, l'utilisation d'un débit SBR pour acheminer un service ABR).

6.2 Description de haut niveau des capacités de transfert ATM

Une capacité de transfert ATM (ATC) spécifie un ensemble de paramètres et de procédures de couche ATM destiné à prendre en charge un modèle de service de couche ATM et la gamme de classes QS correspondantes. Chaque capacité ATC individuelle est en plus spécifiée en termes d'un modèle de service, d'un descripteur de trafic, le cas échéant de procédures spécifiques, d'une définition de conformité et de garanties associées en matière de QS. Les capacités ATC régulées en boucle ouverte (DBR et SBR) et les capacités ATC régulées en boucle fermée (ABT et ABR) sont spécifiées de la manière suivante.

6.2.1 Capacité de transfert déterministe – DBR

La capacité de transfert DBR est destinée à être utilisée pour satisfaire aux prescriptions d'un trafic à débit CBR et assure par conséquent des garanties en matière de QS en termes de taux de perte de cellules, de temps de transfert des cellules et de variation du temps de propagation des cellules appropriés à ce type de trafic. Le débit DBR n'est toutefois pas limité aux applications à débit CBR et peut être utilisé conjointement avec des prescriptions moins strictes en matière de QS, y compris des prescriptions non spécifiées telles que précisées dans la Rec. UIT-T I.356.

Le débit DBR est uniquement fondé sur le débit cellulaire crête PCR(0+1) pour le flux cellulaire composite CLP = 0 et CLP = 1, les cellules OAM produites par l'utilisateur étant soit regroupées ou traitées séparément. La définition de conformité pour le débit DBR est spécifiée par une ou deux applications de l'algorithme GCRA, en fonction de la manière dont les cellules OAM d'utilisateur sont traitées. Ni le rejet sélectif des cellules (voir § 7.2.4) ni le marquage des cellules (voir § 7.2.3.6) ne s'appliquent au débit DBR.

Se reporter au § 6.4 pour une spécification complète de la capacité ATC de débit DBR.

6.2.2 Capacité de transfert statistique – SBR

La capacité de transfert SBR utilise le débit soutenable et la tolérance de rafales intrinsèque en plus du débit cellulaire crête et est appropriée aux applications pour lesquelles les caractéristiques de trafic au-delà du débit cellulaire crête sont connues au préalable, ce qui peut permettre au réseau d'obtenir un gain statistique. Les garanties en matière de QS sont exprimées en termes de taux de perte de cellules. Il peut exister ou ne pas exister de garantie en matière de QS sur le temps.

Il existe trois variantes du débit SBR, en fonction de l'ensemble de paramètres utilisé en plus du débit PCR(0+1). Dans les trois cas, la conformité au débit PCR(0+1) est spécifiée par un algorithme GCRA(T_{PCR} , τ_{PCR}). Le débit SBR du type 1 traite les cellules sans tenir compte de la valeur du bit CLP. Les débits SBR des types 2 ou 3 peuvent être utilisés pour des applications qui sont en mesure de distinguer entre les informations sensibles aux pertes (cellules CLP = 0) et les informations moins sensibles aux pertes (cellules CLP = 1).

Le débit SBR du type 1 utilise la référence SCR(0+1) et la tolérance $\tau_{IBT}(0+1)$. La conformité au débit SCR(0+1) et à la tolérance $\tau_{IBT}(0+1)$ est spécifiée par un algorithme GCRA(T_{SCR} , τ_{SCR}). Les garanties en matière de QS s'appliquent aux cellules CLP = 0 + 1, tant pour ce qui concerne le taux de perte de cellules que facultativement pour ce qui concerne le temps. Ni la mise à l'écart sélective des cellules (voir § 7.2.4) ni le marquage des cellules (voir § 7.2.3.6) ne s'appliquent au débit DBR du type 1.

Les débits SBR de type 2 et 3 utilisent le débit SCR(0) et la tolérance $\tau_{IBT}(0)$. La conformité au débit SCR(0) et à la tolérance $\tau_{IBT}(0)$ est spécifiée par un algorithme GCRA(T_{SCR} , τ_{SCR}). Les garanties en matière de QS en termes de taux de perte de cellules s'appliquent aux cellules CLP = 0. Le taux de perte de cellules pour les cellules CLP = 0 + 1 n'est pas spécifié. Il peut y avoir une garantie de QS de temps de transfert, dans ce cas cette garantie s'applique au flux cellulaire CLP = 0 + 1. La mise à l'écart sélective des cellules (voir § 7.2.4) s'applique aux débits SBR de types 2 et 3. Le marquage des cellules (voir § 7.2.3.6) s'applique uniquement au débit SBR du type 3.

Se reporter au § 6.5 pour une spécification complète de la capacité ATC de débit SBR.

6.2.3 Transfert de bloc ATM – ABT

La capacité de transfert ABT est destinée aux applications qui peuvent modifier leur débit cellulaire crête bloc par bloc. Un bloc ATM est un groupe de cellules délimité par des cellules RM. Le transfert ABT utilise des paramètres statiques déclarés lors de l'établissement de la connexion et des

paramètres dynamiques qui peuvent être renégociés pour chaque bloc ATM au moyen de procédures de gestion de ressources en utilisant des cellules RM.

Les paramètres statiques sont les débits PCR(0+1), SCR(0+1) et les tolérances associées. Pour un bloc ATM, les paramètres dynamiques sont le débit cellulaire crête: débit cellulaire de bloc BCR(0+1), et tolérance associée. Le débit PCR(0+1) spécifie le débit BCR(0+1) maximal qu'il est possible de négocier au moyen de procédures RM pour la connexion. Les cellules OAM produites par l'utilisateur peuvent être regroupées ou traitées séparément. Le débit SCR(0+1) spécifie le comportement moyen de la connexion à plus long terme, il est facultatif et peut être mis à 0.

Il existe deux variantes du transfert ABT. Dans un transfert ABT/DT (transmission différée), la source peut uniquement commencer à transmettre un bloc ATM après avoir reçu un accusé de réception positif du réseau au moyen d'une cellule RM. Dans un transfert ABT/IT (transmission immédiate), la source commence à transmettre des cellules de données d'utilisateur immédiatement après la cellule RM de demande; le bloc ATM est transféré en entier si les ressources nécessaires pour ce bloc ATM sont disponibles dans le réseau, dans le cas contraire, il est ignoré. Dans les deux cas, la demande de débit BCR peut être élastique, auquel cas le réseau peut choisir un débit BCR plus faible que celui demandé par la source.

Pour les transferts ABT/DT, les garanties en matière de QS au niveau de la cellule sont exprimées en termes de taux de perte de cellules, de temps de transfert des cellules et de variation du temps de propagation des cellules dans un bloc ATM. La définition de conformité au niveau de la cellule est spécifiée dans un bloc par une ou deux applications de l'algorithme de débit cellulaire générique DGCRA dont les variables sont mises à jour conformément aux informations acheminées par les cellules RM. Lorsqu'un débit SCR est spécifié, les garanties en matière de QS au niveau du bloc ATM sont exprimées en termes de temps maximal avant l'exécution d'une demande de BCR .

Lors d'un transfert ABT/IT, les garanties en matière de QS au niveau de la cellule sont exprimées en termes de taux de perte de cellules dans un bloc ATM, en supposant que la demande de BCR est acceptée tout au long de la connexion. Les garanties en matière de QS relatives aux temps à l'intérieur d'un bloc ATM s'appliquent uniquement lorsque le mode élastique n'est pas utilisé. Comme pour le transfert ABT/DT, la définition de conformité au niveau de la cellule est spécifiée à l'intérieure d'un bloc par une ou deux applications de l'algorithme DGCRA. Lorsqu'un débit SCR est spécifié, les garanties en matière de QS au niveau du bloc ATM sont exprimées en termes de taux de perte de bloc. A ce sujet, le transfert ABT/IT implémente la mise à l'écart de trame.

La mise à l'écart sélective des cellules (voir § 7.2.4) et le marquage des cellules (voir § 7.2.3.6) ne s'appliquent pas au débit ABT.

Le paragraphe 6.6 décrit les modèles de services des transferts ABT/DT et ABT/IT, spécifie le format de cellule RM ABT et les types de messages échangés aux interfaces normalisées. La conformité ABT est définie dans les § 6.6.1.4 et 6.6.2.4.

6.2.4 Débit disponible – ABR

La capacité de transfert ABR est destinée à prendre en charge les applications élastiques qui sont en mesure d'adapter instantanément leur largeur de bande disponible dans le réseau et qui n'ont pas de prescriptions strictes en matière de temps. Dans ce cas, le réseau peut partager les ressources disponibles entre les connexions qui prennent en charge de telles applications. Le transfert ABR utilise des paramètres statiques déclarés lors de l'établissement de la connexion et des paramètres dynamiques qui peuvent être renégociés au moyen de procédures de gestion de ressources fondées sur les cellules RM.

Les paramètres statiques sont le débit cellulaire crête PCR(0+1), le débit cellulaire minimal MCR(0) et le débit cellulaire autorisé initial IACR(0). Le bit CLP des cellules de données d'utilisateur et des cellules OAM d'utilisateur est mis à 0. Les paramètres dynamiques acheminés par les cellules RM sont le débit cellulaire explicite (ECR), l'indication d'encombrement (CI),

l'indication de pas d'augmentation (NI) et la longueur de file d'attente. La valeur du débit cellulaire autorisé ACR(0) vers la source est calculée à partir de ces paramètres et s'inscrit entre les valeurs des débits MCR et PCR.

En débit ABR, l'utilisateur s'enquiert régulièrement de la largeur de bande disponible auprès du réseau en envoyant des cellules RM acheminant un débit demandé au réseau. Il existe deux modes de fonctionnement: le mode en débit explicite et le mode binaire. Dans le mode en débit explicite, le réseau renvoie régulièrement le débit ECR à la source qui en déduit son débit ACR. Dans le mode binaire, le réseau peut également renvoyer des indicateurs binaires, il convient que la source utilise les indicateurs binaires pour calculer son débit ACR.

Le paragraphe 6.7 décrit le modèle de services du débit ABR, spécifie le format de cellule RM ABR et les types de messages échangés aux interfaces normalisées.

Le paragraphe 6.7.5 spécifie la définition de conformité pour le débit ABR uniquement pour le mode en débit explicite. Des comportements de référence de la source et de la destination par rapport aux indications du réseau sont fournis pour le mode en débit explicite et pour le mode binaire dans l'Appendice VII.

En débit ABR, les garanties en matière de QS en termes de taux de perte de cellules s'appliquent aux cellules CLP = 0. Dans le mode binaire, il est impossible de donner des garanties en matière de QS, il est toutefois possible de fournir des indications de QS en termes de taux de perte de cellules aux connexions qui se conforment aux comportements de référence des sources et des destinations.

6.2.5 Débit de trame garanti – GFR

La capacité de transfert à débit GFR prévoit un débit cellulaire minimal (MCR) pour les applications différées tolérant des pertes, le débit des données émises devant dépasser le débit MCR. On suppose que les cellules de données produites par l'utilisateur sont structurées en trames qui sont découpées au niveau de la couche ATM. Le réseau n'informe pas l'utilisateur de l'état des ressources du réseau disponibles instantanément.

Les paramètres de trafic sont le débit cellulaire crête (PCR, *peak cell rate*) PCR(0+1), le débit MCR(0), une taille maximale des rafales (MBS, *maximum burst size*) MBS(0), une taille maximale des trames MFS(0+1) et des tolérances associées aux débits PCR(0+1) et MCR(0). Une cellule GFR permettant de garantir le débit de trame est telle que le débit est conforme au débit PCR(0+1), que la taille maximale des trames est conforme et que la valeur du bit de priorité de perte de cellules (CLP, *cell loss priority*) est uniforme dans une même trame. Une trame GFR permettant de garantir le débit de trame est telle que toutes ses cellules sont conformes et qu'elle est elle-même conforme à l'algorithme de débit cellulaire générique (GCRA, *generic cell rate algorithm*) fondé sur les trames (F-GCRA, *frame based generic cell rate algorithm*) F-GCRA(T, τ), les paramètres étant $T = 1/\text{MCR}$ et $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$, où $\tau_{IBT} = (\text{MBS} - 1) \times (1/\text{MCR} - 1/\text{PCR})$. En envoyant une trame dont toutes les cellules ont des bits CLP = 1, l'utilisateur indique au réseau qu'une telle trame est moins importante qu'une trame de cette même connexion à débit GFR dont les cellules ont des bits CLP = 0.

La capacité de transfert ATC (ATC, *ATM transfer capability*) à débit GFR permet d'assurer l'émission d'un nombre de cellules dans des trames conformes avec une qualité de service (QS) correspondant à la classe de qualité de service QS relative. Les engagements relatifs à la qualité de service QS ne peuvent s'appliquer qu'aux cellules de trames ayant des bits CLP = 0, ces cellules étant toutes conformes. En outre, le réseau tente, à débit GFR, d'acheminer des trames complètes pour lesquelles le débit cellulaire minimal dépasse celui qui a fait l'objet de l'engagement, lorsque toutes les cellules de la trame sont conformes et à condition que des ressources suffisantes soient disponibles.

Il existe deux variantes de débit GFR: le débit GFR1 et le débit GFR2. L'étiquetage ne s'applique pas au débit GFR1. Dans le cas du débit GFR2, le réseau peut étiqueter les trames non conformes. Par étiquetage de trame, on entend que le bit CLP de chaque cellule de la trame prend la valeur 1. Les trames étiquetées par le réseau et les trames marquées par l'utilisateur comme ayant des bits CLP = 1 sont traitées de la même manière par le réseau.

Pour la spécification complète de la capacité ATC à débit GFR, on est prié de se reporter au § 6.8.

6.3 Applicabilité des capacités de transfert ATM aux applications

Le présent paragraphe contient des directives sur l'utilisation possible de chaque capacité de transfert ATM pour l'acheminement de données relatives à des applications types à large bande. L'objet du présent paragraphe n'est pas de créer une correspondance restrictive entre les capacités de transfert ATM et les applications; il vise plutôt à donner des exemples sur la façon dont on peut utiliser la capacité de transfert ATM et à définir des objectifs de conception pour ces capacités de transfert.

Le choix des capacités de transfert ATM qui seront utilisées pour acheminer les données d'application sera probablement influencé en dernier ressort par un certain nombre de facteurs dont:

- la capacité de transfert ATM: tous les réseaux n'offrent pas les capacités de transfert décrites dans la présente Recommandation;
- la QS réelle qu'on peut obtenir pour chaque capacité de transfert: elle dépend, entre autres, de la politique adoptée en matière de gestion des ressources et de l'ingénierie du trafic;
- la capacité pour l'application de tolérer une dégradation des caractéristiques de transfert de couche ATM: pour certaines applications une diminution de la largeur de bande peut conduire à un échec de l'application (par exemple l'émulation de circuit), pour d'autres, elle peut se traduire par une diminution acceptable de la qualité d'une ou de plusieurs composantes (par exemple une très faible définition d'image ou une animation réduite pour les applications vidéo);
- la tarification: le choix de l'utilisateur est déterminé en partie par les tarifs appliqués à chaque combinaison d'une capacité de transfert ATM et d'une classe de QS.

Deux exemples illustrent les points ci-dessus:

- la capacité DBR avec une classe de QS appropriée peut évidemment être utilisée avec la valeur de débit PCR appropriée pour acheminer des données concernant toutes les applications à large bande. L'utilisateur choisira d'utiliser le débit DBR ou une des autres capacités de transfert ATM en fonction d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels la tarification pratiquée par le réseau.
- la capacité ABR peut également être utilisée pour acheminer des données appartenant à toutes les applications, à condition que la gestion des ressources de réseau offre une largeur de bande inutilisée qui n'imposera pas de limitation à l'application.

Les deux cas ci-dessus doivent être considérés comme étant des cas extrêmes, illustrant l'interaction entre la tarification, la gestion des ressources et l'ingénierie du trafic du réseau. D'une manière générale, il y aura des mappages entre les applications et les capacités de transfert ATM.

6.4 Capacité de transfert à débit déterministe (DBR)

6.4.1 Définition et modèle de service

La capacité de transfert à débit déterministe peut être utilisée par les connexions qui caractérisent le trafic au moyen d'un paramètre unique, la valeur de débit cellulaire crête. La source peut émettre des cellules à un débit égal ou inférieur au débit cellulaire crête négocié et même ne rien émettre du tout pendant certaines périodes.

La garantie de base offerte par le réseau à un utilisateur qui réserve des ressources par l'intermédiaire de la capacité DBR est que, une fois la connexion établie, la QS de couche ATM négociée est assurée à toutes les cellules lorsque les cellules sont conformes aux tests de conformité applicables.

Dans la capacité DBR, la source peut émettre des cellules au débit cellulaire crête à tout moment et pendant une durée quelconque, les garanties de QS étant toujours appliquées.

La capacité DBR a pour objectif de permettre à tous les réseaux de prendre des engagements de qualité de service permettant au réseau de prendre en charge les applications CBR mais ne se limite pas à ces applications. Voir le § 6.4.6 sur les "aspects QS".

La capacité DBR peut être utilisée à la fois pour les connexions VPC et VCC. Ni le marquage des cellules (voir § 7.2.3.6) ni la mise à l'écart sélective des cellules (voir § 7.2.4) ne s'appliquent à la capacité DBR. Les cellules RM VC sur une connexion VCC et les cellules RM VP sur une connexion VPC ne sont pas utilisées dans le cas de la capacité DBR; cependant, si de telles cellules sont présentes sur une connexion, elles sont considérées comme faisant partie du flux composite de cellules de données de l'utilisateur $CLP = 0 + 1$.

Il est recommandé que chaque élément de réseau soit capable de prendre en charge les connexions VPC à débit DBR avec la classe de QS 1 (voir Rec. UIT-T I.356).

NOTE 1 – La manière de se conformer à la tolérance spécifiée de variation CDV est une question d'implémentation et de fonctionnement, par exemple en contrôlant le nombre de connexions VCC multiplexées et la charge ou par la conformation de l'ensemble des connexions VCC en une connexion VPC.

NOTE 2 – La note ci-dessus n'implique pas que chaque exploitant de réseaux est dans l'obligation d'assurer un service de connexion VPC en débit DBR.

Utilisation du débit DBR avec la classe de QS U

Lorsque l'utilisateur de la connexion DBR sélectionne la classe de QS non spécifiée, il n'existe aucune garantie en matière de QS pour cette connexion. Dans ce cas, c'est le réseau qui décide des ressources à allouer à la connexion, de la manière d'appliquer une programmation cellulaire intelligente et des schémas d'affectation de tampon ainsi que de la manière dont les cellules sont ignorées en cas de surremplissage de la mémoire tampon. Il peut par exemple être préférable d'ignorer des cellules consécutives d'une seule connexion plutôt que de répartir la mise à l'écart de cellules sur plusieurs connexions. Cette tâche peut être exécutée par une fonction de gestion du trafic telle que la mise à l'écart de trame.

6.4.2 Options relatives au descripteur de trafic source et à la définition de conformité

Le débit DBR permet l'utilisation de différents descripteurs de trafic source avec un seul débit cellulaire crête ou avec deux débits cellulaires crête, l'un pour les cellules de données d'utilisateur et l'autre pour les cellules OAM d'utilisateur. Les différentes options pour le descripteur de trafic source DBR sont fournies en § 6.4.3.

Le débit DBR permet à l'exploitant d'appliquer différentes définitions de conformité. Le paragraphe 6.4.5 décrit les définitions de conformité composites et distinctes. Lorsque le descripteur de trafic source avec un seul débit cellulaire crête est utilisé, la définition de conformité composite s'applique. Lorsque le descripteur de trafic source avec des débits cellulaires crête distincts est utilisé, l'exploitant applique la définition de conformité distincte ou composite compte tenu des conditions spécifiques relatives à la conformation précisées en § 6.4.5.

En fonction de la définition de conformité utilisée, une ou deux tolérances de variation CDV sont nécessaires; selon le descripteur de trafic source utilisé, il peut être nécessaire de calculer la tolérance de variation CDV. Les détails relatifs aux tolérances de variation CDV sont fournis au § 6.4.4.

La définition de conformité appliquée a une certaine incidence sur les garanties en matière de QS pour une connexion DBR. Cette incidence est décrite dans le § 6.4.6 sur les garanties en matière de QS. La définition de conformité appliquée a également une certaine incidence sur la fonction de commande UPC/NPC. Cette incidence est décrite dans le § 6.4.5 sur les mécanismes de commande UPC/NPC.

6.4.3 Descripteur de trafic source

La capacité DBR utilise le débit cellulaire crête tel que spécifié dans le § 5.4.1.

Lors de l'établissement d'une connexion, ou au moment de la souscription de l'abonnement, l'utilisateur et le réseau conviennent d'un des trois descripteurs de trafic source ci-dessous:

- i) deux débits cellulaires, à savoir, le débit PCR pour les cellules de données d'utilisateur avec les intervalles d'émission de crête associés $T_{PCR}(data)$ et le débit PCR pour les cellules OAM d'utilisateur de bout en bout avec les intervalles d'émission de crête associés $T_{PCR}(OAM)$;
- ii) un débit cellulaire crête, à savoir le débit PCR pour les cellules produites par l'utilisateur et l'intervalle d'émission de crête associé $T_{PCR}(agg)$.

Les valeurs de débit cellulaire crête ne doivent pas être renégociées aux interfaces normalisées en utilisant des procédures RM pendant la connexion, mais peuvent être renégociées par signalisation ou par les procédures de gestion du réseau.

Utilisation du descripteur de trafic source i)

Si l'utilisateur souhaite transmettre des cellules OAM d'utilisateur et interdire la mise en forme composite des données d'utilisateur et des données OAM d'utilisateur, il utilisera le descripteur de trafic source i).

Lorsque le descripteur de trafic source i) est utilisé, le débit PCR des cellules OAM d'utilisateur peut être spécifié en déclarant la période nominale n du flux cellulaire de surveillance de la performance en sens aval (voir Rec. UIT-T I. 610); dans ce cas, les règles par défaut suivantes s'appliquent au calcul des intervalles $T_{PCR}(OAM)$, $T_{PCR}(agg)$:

- lorsque l'exploitant utilise des définitions de conformité distincte (voir § 6.4.5), $T_{PCR}(OAM) = n \cdot T_{PCR}(data)$;
- lorsque l'exploitant utilise une définition de conformité composite (voir § 6.4.5):

$$T_{PCR}(agg) = \frac{n}{n+1} T_{PCR}(data).$$

Ces règles par défaut reposent sur l'hypothèse que le flux cellulaire OAM produit par l'utilisateur ne concerne que la surveillance de la performance aval. Le cas où d'autres cellules OAM d'utilisateur sont produites par l'utilisateur appelle un complément d'étude. Les règles de calcul des paramètres de trafic à partir des données acheminées par le présent protocole de signalisation (voir la Rec. UIT-T Q.2931) sont données dans l'Appendice II.

Utilisation du descripteur de trafic source ii)

L'utilisation du descripteur de trafic source ii) par l'utilisateur n'implique pas l'interdiction des cellules OAM d'utilisateur. Lorsqu'elles sont présentes, les cellules OAM d'utilisateur sont fusionnées avec les cellules de données d'utilisateur dans le descripteur $T_{PCR}(agg)$. $T_{PCR}(agg)$ est

$$\text{calculé par: } T_{PCR}(agg) = \frac{1}{\frac{1}{T_{PCR}(data)} + \frac{1}{T_{PCR}(OAM)}}$$

Lorsque le descripteur de trafic source ii) est utilisé, et lorsque l'utilisateur veut envoyer des cellules OAM d'utilisateur et qu'il connaît les valeurs de $T_{PCR}(\text{data})$ et de $T_{PCR}(\text{OAM})$, l'utilisateur peut déduire les valeurs de $T_{PCR}(\text{agg})$ en utilisant la formule ci-dessus.

6.4.4 Tolérances de variation CDV

La capacité DBR utilise la tolérance de variation CDV telle que spécifiée au § 5.4.1.

A chaque débit PCR négocié et à chaque interface où les cellules doivent être conformes, correspond une valeur de tolérance CDV qui tient compte de la variation de temps de propagation des cellules qui peut modifier les flux cellulaires respectifs de la connexion (voir § 5.4.1).

La renégociation du débit PCR (voir § 6.4.3) peut également impliquer la modification des tolérances de variation CDV associées.

Tolérances de variation CDV pour le descripteur de trafic source i) et conformité distincte

Lorsque le descripteur de trafic source i) est utilisé et qu'une définition de conformité distincte est appliquée, les valeurs suivantes de tolérance CDV doivent être spécifiées:

- la tolérance de variation CDV qui correspond au débit PCR des cellules de données d'utilisateur $CLP = 0 + 1 \tau_{PCR}(\text{data})$;
- la tolérance CDV $\tau_{PCR}(\text{OAM})$ correspondant au débit PCR des cellules d'utilisateur de bout en bout.

Dans ce cas, la tolérance $\tau_{PCR}(\text{data})$ peut être acheminée par la signalisation ou attribuée lors de la souscription de l'abonnement (voir § 5.4.1.3). $\tau_{PCR}(\text{OAM})$ est en revanche toujours calculée sur la base du débit PCR des cellules OAM d'utilisateur de bout en bout comme $\tau_{PCR}(\text{OAM}) = T_{PCR}(\text{OAM})$.

La règle de calcul de la tolérance CDV $\tau_{PCR}(\text{OAM})$ à partir des données acheminées par le présent protocole de signalisation (voir Rec. UIT-T Q.2931) est donnée dans l'Appendice II.

Tolérance de variation CDV pour le descripteur de trafic source i) et conformité composite

Lorsque le descripteur de trafic source i) est utilisé et que l'on applique une définition de conformité composite, seule la valeur de la tolérance CDV correspondant au débit PCR des cellules $CLP = 0 + 1$ produites par l'utilisateur, $\tau_{PCR}(\text{agg})$, est exigée. Dans ce cas, la tolérance $\tau_{PCR}(\text{agg})$ est telle que $\tau_{PCR}(\text{agg}) = T_{PCR}(\text{agg}) + \tau_{PCR}(\text{data})$, dans laquelle la valeur de $\tau_{PCR}(\text{data})$ est acheminée par signalisation ou attribuée lors de la souscription de l'abonnement et la valeur $T_{PCR}(\text{agg})$ est calculée au moyen de la formule donnée au § 6.4.3.

La règle de calcul de la tolérance CDV $\tau_{PCR}(\text{agg})$ à partir des données acheminées par le présent protocole de signalisation (voir Rec. UIT-T Q.2931) est donnée dans l'Appendice II.

Tolérance de variation CDV pour le descripteur de trafic source ii)

Lorsque le descripteur de trafic source ii) est utilisé, seule la valeur de la tolérance CDV correspondant au débit PCR des cellules $CLP = 0 + 1$ produites par l'utilisateur, $\tau_{PCR}(\text{agg})$, est exigée. Dans ce cas, la tolérance $\tau_{PCR}(\text{agg})$ peut être acheminée par signalisation ou attribuée lors de la souscription de l'abonnement. Il est à noter que lorsque le descripteur de trafic source ii) est utilisé, et lorsque l'utilisateur veut envoyer des cellules OAM d'utilisateur et qu'il connaît les valeurs de $T_{PCR}(\text{data})$, $\tau_{PCR}(\text{data})$, et de $T_{PCR}(\text{OAM})$, l'utilisateur peut déduire les valeurs de $\tau_{PCR}(\text{agg})$ en utilisant la même formule que pour le descripteur de trafic source i) et la conformité composite.

La règle de calcul de la tolérance CDV $\tau_{PCR}(\text{agg})$ à partir des données acheminées par le présent protocole de signalisation (voir Rec. UIT-T Q.2931) est donnée dans l'Appendice II.

6.4.5 Définition de conformité

La définition de conformité au débit cellulaire crête ($\Lambda_{PCR} = 1/T_{PCR}$) d'un flux de cellules nécessite que la tolérance de variation CDV τ_{PCR} attribuée à la partie en amont de la connexion soit spécifiée (voir § 5.3.1, 5.4.1). Ces deux paramètres complètent la spécification de l'algorithme de débit cellulaire générique donnée en Annexe A.

Le nombre de cellules non conformes d'un flux cellulaire est défini comme étant le nombre de cellules de l'une des deux versions équivalentes de l'algorithme CGRA qui se déterminera comme étant non conforme.

La conformité d'un flux cellulaire selon cette définition peut être estimée par le processus de mesure en un point décrit dans la Rec. UIT-T I.356.

La conformité est toujours spécifiée, quelle que soit la valeur du bit CLP.

Si l'utilisateur souhaite transmettre des cellules OAM d'utilisateur, et si l'utilisateur ne permet pas la mise en forme composite des données d'utilisateur et des données OAM d'utilisateur et si le réseau exécute des actions de mise en forme PCR (voir § 7.2.7), alors la définition de conformité est distincte pour la composante OAM d'utilisateur et la composante données d'utilisateur. Dans les autres cas, la définition de conformité est composite.

Conformité distincte

Si la conformité est distincte pour les données d'utilisateur et pour les cellules OAM d'utilisateur, on a:

- la conformité des cellules du flux cellulaire de données d'utilisateur composite CLP = 0 + 1 est vérifiée par rapport au descripteur PCR négocié pour le trafic de données d'utilisateur CLP = 0 + 1;
- la conformité des cellules du flux cellulaire OAM d'utilisateur est vérifiée par rapport au descripteur PCR négocié pour le trafic OAM d'utilisateur.

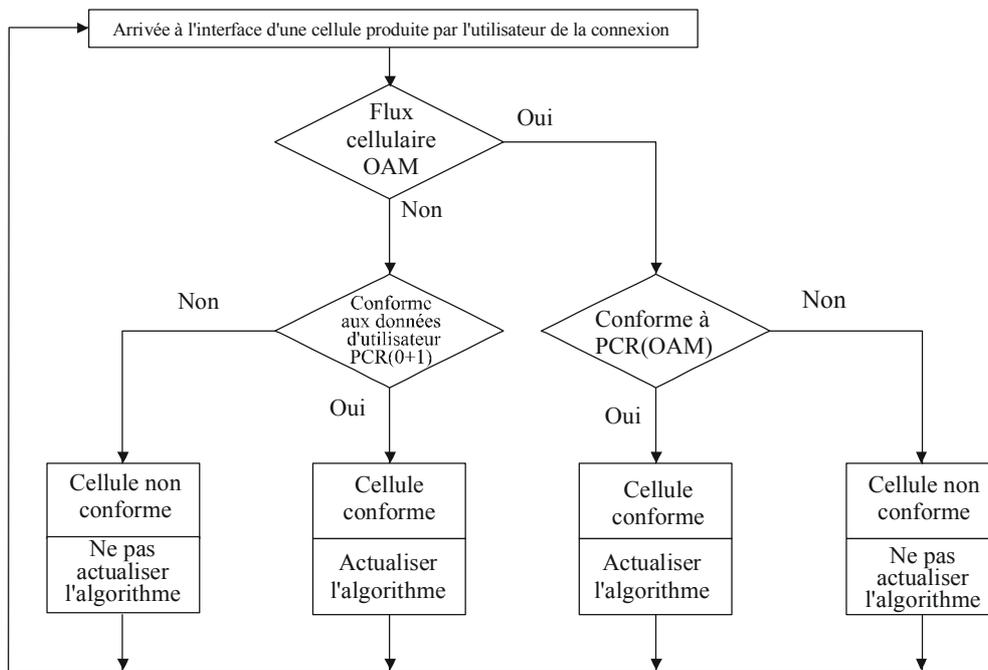
La définition de conformité distincte pour la capacité DBR est représentée à la Figure 6-a.

Conformité composite

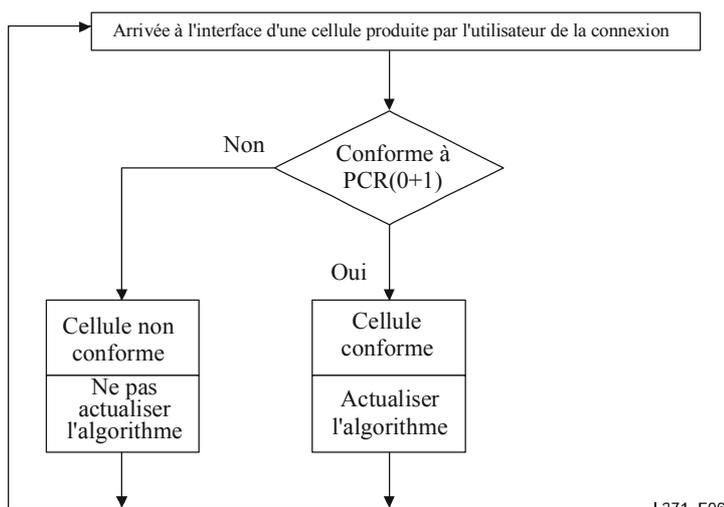
Si la conformité est composite, la conformité des cellules du flux composite de cellules CLP = 0 + 1 produites par l'utilisateur est vérifiée par rapport au descripteur PCR:

- dans le cas du descripteur de trafic source ii): par rapport au descripteur PCR négocié pour le trafic de données d'utilisateur CLP = 0 + 1;
- dans le cas du descripteur de trafic source i): par rapport au descripteur PCR pour le trafic de données d'utilisateur CLP = 0 + 1 obtenu des descripteurs PCR négociés pour le trafic de données d'utilisateur CLP = 0 + 1 et pour les utilisateurs de trafic OAM (voir § 6.4.3).

La définition de conformité composite pour la capacité DBR est représentée à la Figure 6-b.



a) Définition de conformité distincte



I.371_F06

b) Définition de conformité composite

Figure 6/I.371 – Définition de conformité applicable au débit DBR

Mécanismes UPC/NPC

Pendant la durée de la connexion, la conformité par rapport au descripteur de trafic de débit cellulaire crête peut être vérifiée de manière continue à l'intérieur du réseau par des mécanismes statiques UPC/NPC, étant donné que ces mécanismes sont présents (voir § 7.2.3). Lorsqu'ils sont présents, les mécanismes UPC/NPC applicables aux cellules de données d'utilisateur sont exécutés sur le flux de données d'utilisateur $CLP = 0 + 1$, indépendamment de la valeur du bit CLP.

La définition de conformité ci-dessus n'implique pas d'implémentation particulière de la commande UPC/NPC. En outre, même si la définition de conformité est distincte, la commande UPC/NPC peut être exécutée sur le flux cellulaire composite. Cependant, la commande UPC/NPC doit satisfaire certaines conditions (voir § 7.2.3.2).

6.4.6 Aspects QS

La classe de QS est négociée lors de l'établissement de l'appel ou par abonnement pour la connexion. La QS négociée de couche ATM est assurée à toutes les cellules lorsque les cellules sont conformes aux tests de conformité applicables. La classe de QS par défaut de la capacité de débit DBR doit être la classe de QS 1 (voir Rec. UIT-T I.356), qui inclut des garanties en matière de taux CLR spécifié pour le flux cellulaire composite $CLP = 0 + 1$, quelle que soit la valeur du bit CLP et une garantie en matière de variation CDV de bout en bout appropriée pour des applications de émulation de circuit. La prise en charge des classes de QS additionnelles avec des garanties moins contraignantes est une décision qui relève de l'exploitant de réseau. La classe de QS U (voir la Rec. UIT-T I.356) peut notamment être utilisée conjointement au débit DBR. Dans ce cas, il n'existe aucune garantie en matière de QS pour la connexion et c'est le réseau qui décide de la manière d'attribuer des ressources à la connexion. Le réseau peut cependant toujours remplir certaines indications de QS au moyen de règles d'ingénierie du trafic particulières. Les garanties en matière de QS sont toujours spécifiées, quelle que soit la valeur du bit CLP.

Si certaines cellules ne sont pas conformes à certains tests de conformité, le réseau peut considérer que la connexion n'est pas conforme (voir § 5.3.2). Si le réseau choisit de garantir la QS pour une connexion dont certaines cellules ne sont pas conformes, la QS de couche ATM est seulement assurée pour un volume de cellules qui est conforme aux tests de conformité. Il en est ainsi si l'exploitant du réseau choisit d'assurer la QS de couche ATM à toutes les cellules admises par la commande UPC/NPC dans laquelle les paramètres de la commande UPC/NPC ont été fixés avec une marge suffisante pour que la commande UPC/NPC n'ignore pas indûment des cellules.

Les principes suivants s'appliquent (voir Rec. UIT-T I.356).

Garanties en matière de QS pour définition distincte de conformité des données d'utilisateur et des données OAM d'utilisateur

- La garantie de QS de couche ATM pour les cellules de données d'utilisateur s'applique au volume de cellules de données d'utilisateur équivalent au volume de cellules de données d'utilisateur conformes.
- La conformité des cellules du flux de cellule OAM d'utilisateur n'a pas d'effet sur le calcul ci-dessus. La garantie de QS de couche ATM pour le flux de cellule OAM d'utilisateur, lorsqu'il est présent, s'applique au volume de cellules OAM d'utilisateur équivalent au volume de cellules OAM d'utilisateur conformes.
- Les cellules RM, lorsqu'elles sont présentes, sont traitées comme des cellules de données d'utilisateur.
- Lorsqu'il existe des cellules non conformes, la méthode permettant de déterminer le nombre de cellules qui sont assurées d'avoir leur QS de couche ATM dépend du réseau (voir Rec. UIT-T I.356).

Garanties en matière de QS pour définition de conformité composite

- La garantie de QS de couche ATM pour les cellules de données d'utilisateur et les cellules OAM d'utilisateur s'applique au volume de ces cellules équivalent au volume des cellules conformes.
- Les cellules OAM d'utilisateur et les cellules RM, lorsqu'elles sont présentes, sont traitées comme des cellules de données d'utilisateur.
- Lorsqu'il existe des cellules non conformes, la méthode permettant de déterminer le nombre de cellules qui sont assurées d'avoir leur QS de couche ATM dépend du réseau (voir Rec. UIT-T I.356).

6.5 Capacité de transfert statistique (SBR)

6.5.1 Définition et modèle de service

Dans le cas de la capacité de transfert à débit statistique (SBR, *statistical bit rate*), le système d'extrémité utilise les paramètres de trafic normalisé (SCR/IBT) pour décrire, avec plus de détails que le débit cellulaire crête, le flux cellulaire qui sera émis sur la connexion.

La capacité SBR est adaptée aux applications où l'on connaît déjà certaines caractéristiques de trafic de l'application.

Les caractéristiques de temps de transmission de la capacité SBR peuvent être spécifiées en négociant une classe de QS appropriée (voir Recommandation UIT-T I.356).

La capacité SBR peut être utilisée pour les connexions VPC et VCC. En fonction de la configuration, la capacité SBR peut autoriser le marquage des cellules (voir § 7.2.3.6). La mise à l'écart sélective des cellules (voir § 7.2.4) s'applique également en fonction de la configuration. Les cellules RM VC sur une connexion VCC et les cellules RM VP sur une connexion VPC ne sont pas utilisées pour le débit SBR. Les cellules qui seraient présentes sur la connexion sont cependant considérées comme faisant partie du flux cellulaire de données d'utilisateur.

6.5.2 Descripteur de trafic source et tolérances de CDV

Le débit SBR utilise le débit cellulaire crête et la tolérance CDV associée spécifiés au § 5.4.1, le débit cellulaire soutenable, la tolérance intrinsèque de rafales et la tolérance CDV associée spécifiés au § 5.4.2.

Lors de l'établissement de la connexion ou lors de la souscription de l'abonnement, l'utilisateur et le réseau conviennent du descripteur de trafic source suivant:

PCR et SCR/IBT.

Dans la capacité de débit SBR, les paramètres de trafic (PCR et SCR/IBT) caractérisent le flux cellulaire négocié produit par l'utilisateur.

Les configurations suivantes de paramètres de trafic PCR et SCR/IBT avec bit CLP et option de marquage (voir § 7.2.3.6) sont spécifiées:

- 1) paramètre de trafic PCR pour le flux cellulaire produit par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ et paramètre de trafic SCR/IBT pour le flux cellulaire produit par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$. L'option de marquage (voir § 7.2.3.6) n'est pas appliquée;
- 2) paramètre de trafic PCR pour le flux cellulaire produit par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ et paramètre de trafic SCR/IBT pour le flux cellulaire avec $CLP = 0$; l'option de marquage (voir § 7.2.3.6) n'est pas appliquée;
- 3) paramètre de trafic PCR pour le flux cellulaire avec $CLP = 0 + 1$ et paramètre de trafic SCR/IBT pour le flux cellulaire avec $CLP = 0$; l'option de marquage (voir § 7.2.3.6) est appliquée.

La mise à l'écart sélective des cellules (voir § 7.2.4) ne s'applique pas à la configuration 1. La mise à l'écart sélective des cellules peut s'appliquer aux configurations 2) et 3).

Lorsque la configuration 1) est utilisée, les valeurs suivantes de la tolérance de CDV sont requises:

- la tolérance de variation CDV qui correspond au débit PCR des cellules produites par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ $\tau_{PCR}(0 + 1)$;
- la tolérance de variation CDV qui correspond au débit SCR des cellules produites par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ $\tau'_{SCR}(0 + 1)$.

Lorsque la configuration 2) ou 3) est utilisée, les valeurs suivantes de la tolérance de CDV sont requises:

- la tolérance de variation CDV qui correspond au débit PCR des cellules produites par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1 \tau_{PCR}(0 + 1)$;
- la tolérance de variation CDV qui correspond au débit SCR des cellules produites par l'utilisateur avec $CLP = 0 \tau'_{SCR}(0)$.

Dans ces deux cas, les tolérances τ_{PCR} et τ'_{SCR} peuvent être acheminées par la signalisation ou assignées lors de la souscription de l'abonnement.

Le présent protocole de signalisation achemine le paramètre MBS et non pas le paramètre IBT. La règle qui permet de calculer la tolérance IBT à partir de la taille MBS est donnée au § 5.4.2.2.

Le descripteur de trafic source ne doit pas être renégocié aux interfaces normalisées en utilisant des procédures RM pendant la connexion mais peut être renégocié en utilisant les procédures de signalisation ou les procédures de gestion du réseau. La renégociation du descripteur de trafic source peut également entraîner la modification des tolérances de CDV associées.

6.5.3 Définition de conformité et garanties de QS

Définition de conformité

La définition de conformité en une interface est fondée sur deux instances de l'algorithme GCRA (voir l'Annexe A) dans lequel ces deux instances fonctionnent en mode coordonné. Ce mode coordonné signifie que les états de l'algorithme GCRA sont actualisés si et seulement si une cellule arrivante est conforme à toutes les instances concernées de l'algorithme GCRA (pour de plus amples détails voir l'Annexe B). Les définitions de conformité pour les trois configurations ci-dessus sont illustrées aux Figures 7, 8 et 9 et les algorithmes de référence sont décrits dans le détail à l'Annexe B. Dans ces configurations:

- pour la configuration de paramètre de trafic 1 (Figure 7) une cellule de données d'utilisateur ou une cellule OAM d'utilisateur est conforme lorsqu'elle subit avec succès les tests de conformité PCR(0+1) et SCR(0+1);
- pour les configurations de paramètre de trafic 2 et 3 (Figures 8 et 9) une cellule de données d'utilisateur avec $CLP = 0$ ou une cellule OAM d'utilisateur est conforme lorsqu'elle subit avec succès les tests de conformité PCR(0+1) et SCR(0);
- pour les configurations de paramètre de trafic 2 et 3 (Figures 8 et 9) une cellule $CLP = 1$ est conforme lorsqu'elle subit avec succès le test de conformité PCR(0+1). Dans ce cas, l'état du test de conformité SCR(0) reste inchangé et l'état du test PCR(0+1) est mis à jour (ceci est indépendant du marquage des cellules (voir § 7.2.3.6));
- pour la configuration de paramètre de trafic 3 (Figure 9), une cellule de données d'utilisateur avec $CLP = 0$ ou une cellule OAM d'utilisateur qui est conforme au test de conformité PCR(0+1) mais non conforme au test de conformité SCR(0) est virtuellement marquée, c'est-à-dire qu'elle est considérée par la définition de conformité comme étant une cellule conforme avec $CLP = 1$. Dans ce cas, l'état du test de conformité SCR(0) n'est pas modifié et l'état du test PCR(0+1) est mis à jour.

La présente définition de conformité n'implique pas une implémentation particulière de la commande UPC/NPC.

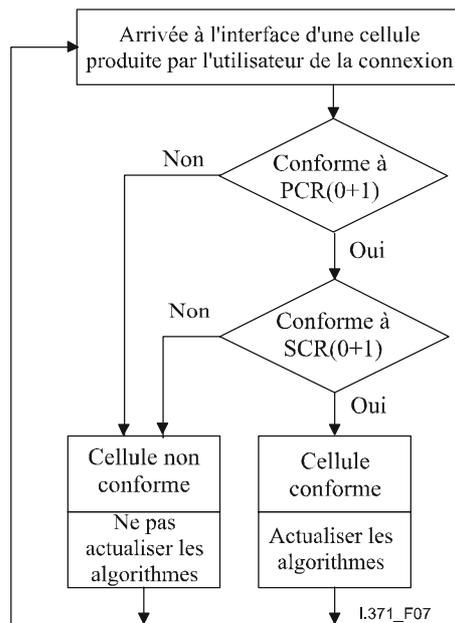


Figure 7/I.371 – Définition de conformité pour la configuration SBR1

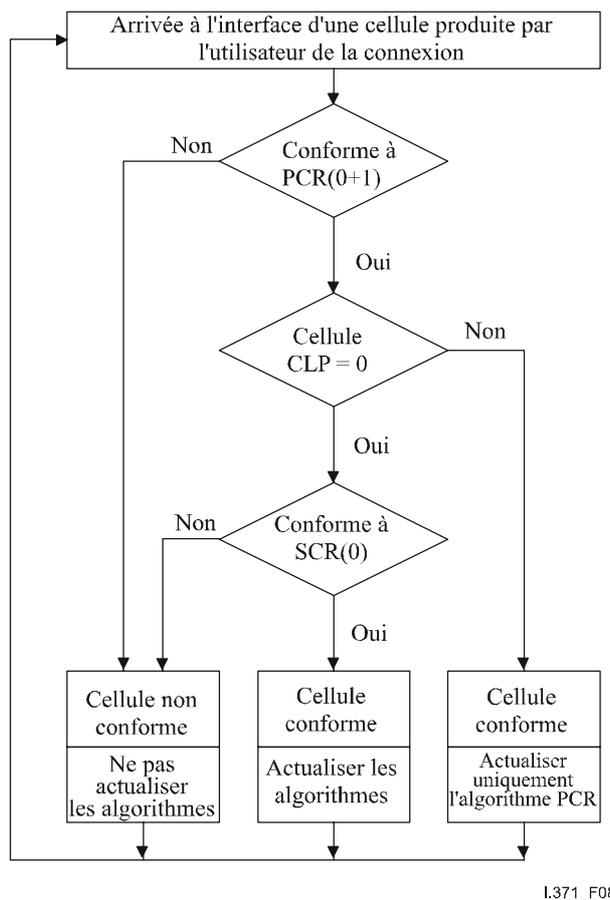
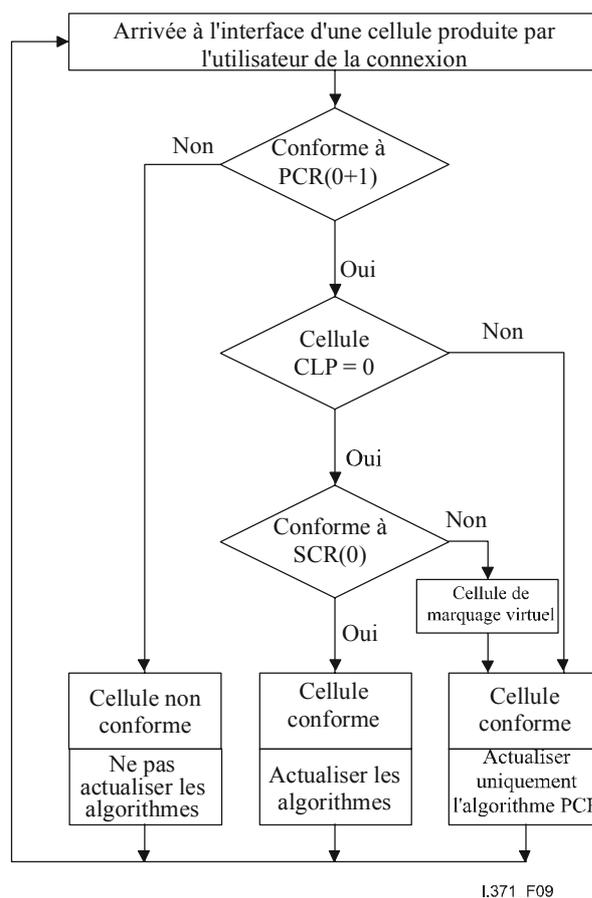


Figure 8/I.371 – Définition de conformité pour la configuration SBR2



NOTE – Le terme "marquage virtuel" est utilisé parce qu'une définition, n'étant pas un dispositif physique, n'est pas en mesure de modifier un bit dans une cellule ATM. Toutefois une commande UPC/NPC qui implémente l'option de marquage fera effectivement passer le bit CLP de 0 à 1.

Figure 9/I.371 – Définition de conformité pour la configuration SBR3 (Note)

Aspects QS

Pour la configuration de paramètre de trafic 1 ci-dessus, toute garantie de QS s'applique au flux cellulaire composite $CLP = 0 + 1$. Les garanties en matière de QS sont ainsi indépendantes du bit CLP. Il est possible de négocier une classe de QS avec des objectifs spécifiés en matière de taux de perte CLR pour le flux cellulaire composite (voir Rec. UIT-T I.356) ou une classe de QS avec des objectifs spécifiés en matière de taux de perte CLR et des objectifs temporels spécifiés pour le flux cellulaire avec $CLP = 0 + 1$ (voir Rec. UIT-T I.356).

Pour les configurations de paramètre de trafic 2 et 3 ci-dessus, il est possible de négocier une classe de QS avec des objectifs spécifiés en matière de taux de perte CLR pour le flux cellulaire avec $CLP = 0$ (voir Rec. UIT-T I.356). La garantie de QS sur l'objectif en matière de taux de perte CLR du flux cellulaire composite $CLP = 0 + 1$ est non spécifiée. La garantie de QS sur l'objectif en matière de taux de perte CLR du flux cellulaire composite $CLP = 1$ est par conséquent également non spécifiée. Il est également possible de négocier une classe de QS avec des objectifs spécifiés en matière de taux de perte CLR pour le flux cellulaire avec $CLP = 0$ et des objectifs temporels spécifiés pour le flux cellulaire avec $CLP = 0 + 1$ (voir Rec. UIT-T I.356).

Si certaines cellules ne sont pas conformes à certains tests de conformité, le réseau peut considérer que la connexion n'est pas conforme (voir § 5.3.2). Si le réseau choisit de garantir la QS pour une connexion dont certaines cellules ne sont pas conformes, la QS de couche ATM est seulement assurée pour un volume de cellules qui est conforme aux tests de conformité. Il en est ainsi si

l'exploitant du réseau choisit d'assurer la QS de couche ATM à toutes les cellules admises par la commande UPC/NPC dans laquelle les paramètres de la commande UPC/NPC ont été fixés avec une marge suffisante pour que la commande UPC/NPC n'ignore pas indûment des cellules.

Les principes suivants sont applicables:

- pour la configuration 1, la garantie de QS de couche ATM pour les cellules produites par l'utilisateur s'applique au volume de ces cellules équivalant au volume des cellules conformes;
- pour les configurations 2 et 3, lorsque les cellules produites par l'utilisateur sont conformes au descripteur de trafic PCR(0+1), la garantie de QS de couche ATM sur la composante CLP = 0 s'applique au volume des cellules CLP = 0 qui sont conformes au test de conformité SCR(0);
- pour les configurations 2 et 3, lorsque certaines cellules produites par l'utilisateur ne sont pas conformes au test de conformité CLP = 0 + 1, les garanties de QS de couche ATM pour les composantes CLP = 0 et CLP = 0 + 1 sont propres au réseau.

6.6 Capacité de transfert de bloc ATM (ABT)

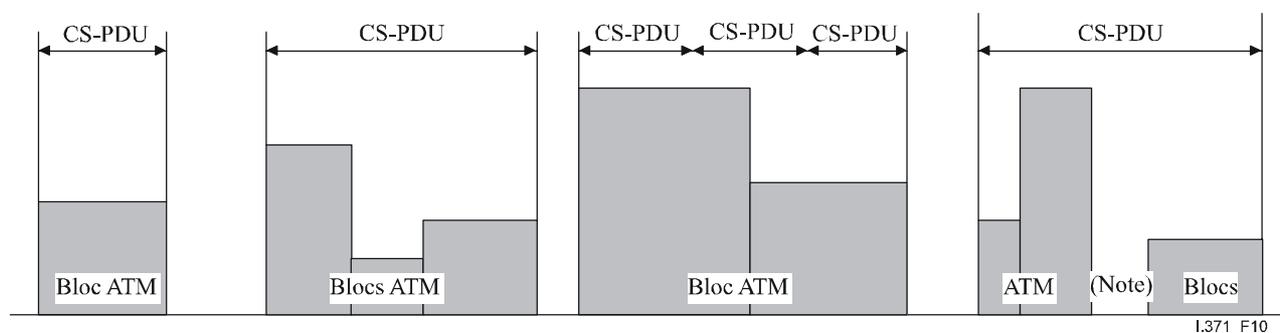
Une capacité de transfert de bloc ATM (ABT, *ATM block transfer*) est un mécanisme de couche ATM permettant d'assurer un service lorsque les caractéristiques de transfert de couche ATM sont négociées sur la base du bloc ATM. A l'intérieur d'un bloc ATM accepté par le réseau, le réseau attribue des ressources suffisantes telles que la QS reçue par le bloc ATM est équivalente à la QS reçue par une connexion DBR avec le débit cellulaire crête égal au débit cellulaire crête négocié du bloc ATM, appelé débit cellulaire de bloc (BCR, *block cell rate*) et avec la même classe de QS négociée.

De manière spécifique, un bloc ATM est défini comme suit:

Définition (bloc ATM)

Un bloc ATM est un groupe de cellules d'une connexion ATM délimité par deux cellules de gestion de ressource, une avant la première cellule du bloc (cellule RM de tête) et une autre après la dernière cellule du bloc ATM (cellule RM de queue). La définition exacte des cellules RM délimitant le bloc ATM dépend de l'usage spécifique des cellules RM, plus précisément de la capacité ABT. La cellule RM de queue d'un bloc ATM peut être la cellule RM de tête du bloc ATM suivant (voir également les Annexes C et D). Le débit BCR d'un bloc ATM est constant sur toute la durée du bloc ATM.

Les blocs ATM ne sont pas nécessairement reliés au protocole de couche, par exemple au niveau CS-PDU (voir Figure 10).



NOTE – Bloc ATM avec BCR = 0.

Figure 10/I.371 – Exemples de relation entre les blocs ATM et les unités de données protocolaires CS-PDU

La capacité ABT peut être utilisée pour les connexions VPC et VCC. Le transfert ABT peut s'appliquer au flux cellulaire d'une connexion VCC ou VPC. Si le transfert ABT concerne une connexion VCC d'une connexion VPC, le flux cellulaire CLP = 0 + 1 des connexions VCC ABT partage la capacité du flux cellulaire CLP = 0 + 1 de la connexion VPC qui est attribuée au transfert ABT. Dans ce cas, une largeur de bande statique est attribuée à la connexion VPC. La modification dynamique de la largeur de bande de la connexion VPC par l'intermédiaire du transfert ABT n'est actuellement pas spécifiée dans la présente Recommandation.

Le transfert ABT ne prend pas en charge le marquage des cellules (voir § 7.2.3.6). Les fonctions de mise à l'écart sélective de cellules (voir § 7.2.4) ne sont actuellement pas utilisées dans le transfert ABT. Pour les cellules RM ABT qui sont utilisées pour délimiter les blocs ATM, l'intégrité de la séquence cellulaire de l'utilisateur et les cellules RM ABT est obligatoire tout le long de la connexion.

Lors de l'établissement de la connexion, la connectivité entre deux utilisateurs est établie au moyen de connexions point à point unidirectionnelles, mais un débit BCR zéro est attribué aux cellules d'utilisateur. La présente spécification ne considère que les communications point à point. L'utilisation du transfert ABT pour des communications point à point n'est pas spécifiée dans la présente Recommandation.

Lors de l'établissement d'une connexion, l'utilisateur négocie également les paramètres suivants par signalisation ou par des moyens de gestion du réseau:

- i) le débit cellulaire maximal en spécifiant les débits cellulaires crête et les tolérances de CDV de tous les flux de cellules concernées, à savoir CLP = 0 + 1 (cellules OAM d'utilisateur incluses) et OAM d'utilisateur de la connexion;
- ii) la fréquence maximale des transactions de renégociation du débit BCR spécifiant les débits cellulaires crête et les tolérances de variation CDV des flux cellulaires RM ABT dans les sens aller et retour;
- iii) un débit cellulaire soutenable (SCR/IBT) pour le flux cellulaire CLP = 0 + 1, qui peut être fixé égal à 0.

Les paramètres précités sont statiques et la présente Recommandation ne spécifie pas s'ils vont être renégociés au cours de la connexion.

Deux capacités de traitement du trafic ABT sont définies, à savoir le transfert de bloc ATM avec transmission différée (ABT/DT) et le transfert de bloc ATM avec transmission immédiate (ABT/IT).

6.6.1 Transfert ABT avec transmission différée (ABT/DT)

6.6.1.1 Définition et modèle de service

Dans le cas du transfert ABT avec transmission différée, pendant la durée de la connexion, le débit BCR des blocs ATM successifs est dynamiquement négocié avec le réseau. Les renégociations du débit BCR peuvent être déclenchées par l'un des deux utilisateurs finaux sur le sens aller et le sens retour. Pour un sens donné, seule une renégociation déclenchée par un utilisateur donné peut être en cours dans le réseau. Une modification du débit BCR est obtenue en envoyant une demande au réseau au moyen d'une cellule RM ABT/DT.

Etant donné qu'un utilisateur peut déclencher des renégociations du débit BCR dans un sens ou dans l'autre, deux renégociations du débit BCR déclenchées par les deux utilisateurs finaux peuvent se trouver en collision dans le réseau. Supposons que les étiquettes sources et destinations pour un bloc ATM donné désignent les entités produisant et recevant du trafic respectivement. Dans le cas d'une renégociation de débit BCR avec collision, la renégociation du débit BCR déclenchée par la destination dans le sens retour a la priorité sur la renégociation du débit BCR déclenchée par la

source dans le sens aller. En outre, les renégociations du débit BCR déclenchées par le réseau ont la priorité sur les renégociations du débit BCR déclenchées par les utilisateurs finaux (voir § 6.6.1.4).

Une largeur de bande garantie pour le flux de cellules de données d'utilisateur et le flux de cellules OAM d'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ est spécifiée comme suit.

Définition (largeur de bande garantie)

Une largeur de bande garantie pour les données pour le flux de cellules de données d'utilisateur et de données OAM avec $CLP = 0 + 1$ dans un sens donné est définie lorsqu'un débit cellulaire soutenable supérieur à 0 est spécifié lors de l'établissement de la connexion pour ce flux cellulaire dans le sens considéré et qu'une classe de QS est négociée avec des objectifs spécifiés en matière de taux de perte CLR. La largeur de bande garantie est liée à la quantité de ressources réservées et sa valeur est égale à celle du débit cellulaire soutenable spécifié. La moyenne à long terme des ressources, qui peuvent être potentiellement réservées, est au moins aussi grande que le débit SCR. De plus, si le volume de trafic est conforme au descripteur de trafic de débit cellulaire soutenable (voir § 6.6.1.2), la nouvelle réservation de débit BCR doit être acceptée par le réseau dans un intervalle de temps fini, compatible avec les garanties de QS (voir § 6.6.1.4).

Dans le cas où un débit cellulaire soutenable égal à 0 a été spécifié, le réseau peut accepter ou refuser les renégociations du débit BCR et ne pas offrir de garantie sur l'instant d'accès aux ressources du réseau (pas de garantie sur l'instant d'exécution d'une demande d'augmentation du débit BCR). Il convient de noter cependant que le réseau peut remplir certains objectifs temporels (indications de QS) au moyen de règles d'ingénierie du trafic particulières. Les garanties de QS au niveau des cellules sont toujours respectées par le réseau, aussi longtemps que le réseau n'a pas renégocié le débit BCR attribué.

6.6.1.2 Descripteur de trafic source et tolérances de CDV

Au moment de l'établissement de la connexion ou de la souscription de l'abonnement, l'utilisateur et le réseau conviennent d'un descripteur de trafic source comprenant les paramètres de trafic suivants:

- débit cellulaire maximal (PCR) pour les cellules produites par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ (y compris les cellules OAM d'utilisateur mais pas les cellules RM);
- facultativement, le débit cellulaire maximal PCR_{OAM} pour les cellules OAM d'utilisateur;
- les paramètres de trafic SCR/IBT pour les cellules produites par l'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ (n'incluant pas les cellules RM); le débit SCR peut être égal à 0;
- la fréquence de renégociation de crête, à savoir le débit cellulaire de crête PCR(RM) du flux cellulaire RM ABT/DT.

Les paramètres précités sont statiques et la présente Recommandation ne spécifie pas s'ils vont être renégociés au cours de la connexion.

Outre le descripteur de trafic source ci-dessus, les valeurs suivantes de tolérance CDV sont requises:

- la tolérance CDV correspondant au débit PCR du flux cellulaire avec $CLP = 0 + 1$;
- la tolérance CDV correspondant au débit PCR du flux cellulaire OAM (lorsque ce paramètre est inclus dans le descripteur de trafic source);
- la tolérance CDV correspondant au SCR/IBT (si $SCR \neq 0$);
- la tolérance CDV correspondant au débit PCR du flux cellulaire RM dans le sens aller et retour.

Toutes les valeurs ci-dessus peuvent être acheminées par la signalisation ou attribuées lors de la souscription de l'abonnement.

6.6.1.3 Modification dynamique des paramètres de trafic et des formats de cellule RM pour le transfert de bloc ATM avec transmission différée

Pendant la durée de la connexion, les valeurs des paramètres dynamiques suivants sont renégociées entre l'utilisateur de la capacité ABT et les éléments de réseau le long de la connexion via les cellules RM: le débit cellulaire de bloc (BCR, *block cell rate*) pour les données d'utilisateur plus le flux cellulaire OAM d'utilisateur et le débit BCR OAM d'utilisateur. Le débit BCR peut ne pas être supérieur au débit PCR renégocié lors de l'établissement de la connexion.

Le Tableau 2 donne le format des cellules RM pour les capacités de transfert ABT.

Tableau 2/I.371 – Format de cellule RM pour transfert ABT

Champ	Octet(s)	Bit(s)	Codage
En-tête ATM (Note 1)	1-5	Tous	Identique à la Rec. UIT-T I.361
Identificateur de protocole (Note 5)	6	Tous	2 (ABT/DT) 3 (ABT/IT)
Type de message: sens	7	8	(Note 2)
Type de message: cellule de gestion de trafic	7	7	
Type de message: indication d'encombrement	7	6	
Type de message: maintenance	7	5	
Type de message: Req/Ack	7	4	
Type de message: bit souple/rigide	7	3	
Type de message: réservé	7	1-2	§ 8.1
BCR CLP = 0 + 1 (données d'utilisateur + cellules OAM d'utilisateur)	8-9	Tous	
BCR OAM d'utilisateur	10-11	Tous	
Réservé	12-13	Tous	§ 8.1
Taille de bloc	14-17	Tous	(Note 3)
Numéro de séquence	18-21	Tous	(Note 4)
Réservé	22-51	Tous	§ 8.1
Réservé	52	3-8	§ 8.1
CRC-10	52	1-2	
	53	Tous	

NOTE 1 – Seules les cellules RM ABT dont le bit CLP est fixé à 0 sont actuellement spécifiées dans la présente Recommandation.

NOTE 2 – Le bit de sens est égal à 0 pour les cellules RM dans le sens aller et égal à 1 pour les cellules RM dans le sens retour.

NOTE 3 – Valeur entière. Le bit de plus faible poids est le bit 1 de l'octet 17.

NOTE 4 – Valeur entière. Le bit de plus faible poids est le bit 1 de l'octet 21.

NOTE 5 – Les connexions ABR et ABT utilisent leurs propres cellules RM avec un identificateur de protocole spécifié pour les besoins de la gestion du trafic (PID = 1 pour ABR, PID = 2 pour ABT/DT, PID = 3 pour ABT/IT). Toutes les autres cellules RM du même niveau (VPC ou VCC) avec un PID différent sont non conformes et peuvent être mises à l'écart à l'entrée d'un réseau ou au point auquel le traitement des premières cellules RM est effectué pour cette connexion dans le réseau.

Identificateur de protocole

Les cellules RM ABT/DT sont identifiées par le protocole ID 2.

Type de message

Le champ "type de message" est un octet qui contient six champs à un seul bit plus deux bits réservés. Ce champ donne la signification sémantique de la cellule RM ABT/DT.

Sens (dir): ce bit indique le sens de transfert de la cellule RM ABT/DT. Si DIR = 0, la cellule RM ABT/DT s'applique au sens aller. Si DIR = 1, la cellule RM ABT/DT s'applique au sens retour.

Gestion de trafic: le bit de gestion de trafic distingue une cellule normale RM ABT/DT utilisée par l'utilisateur pour la renégociation du débit BCR d'une cellule RM ABT/DT produite par le réseau pour la gestion du trafic (cellule de gestion du trafic). Le bit de gestion du trafic est égal à 1 pour une cellule de gestion du trafic et égal à 0 dans les autres cas.

Indication d'encombrement, (CI, *congestion indication*) lorsque la cellule RM ABT/DT intervient dans une modification du débit BCR, ce bit indique si la renégociation du débit BCR a réussi ou a échoué. Si CI = 0, la modification a réussi; si CI = 1 la modification a échoué.

Maintenance: deux types de cellules RM ABT/DT sont définis dans le mode ABT/DT. Les cellules RM ABT/DT utilisées pour les modifications du débit BCR par l'utilisateur et éventuellement par le réseau, sont identifiées par maintenance = 0 et les cellules RM ABT/DT utilisées pour la maintenance des procédures ABT/DT sont identifiées par maintenance = 1. Les procédures de maintenance appellent un complément d'étude.

Req/Ack: ce bit indique si la cellule RM ABT/DT est un message de demande ou d'accusé de réception. En fait, la signification réelle est la suivante:

- 1) lorsqu'elle est envoyée par l'utilisateur et que Req/Ack = 0, la cellule RM est une demande de modification du BCR;
- 2) lorsqu'elle est envoyée par l'utilisateur et Req/Ack = 1, la cellule RM ABT/DT est un accusé de réception à une demande ou un accusé de réception à une modification du BCR envoyée par le réseau;
- 3) lorsqu'elle est envoyée par le réseau et Req/Ack = 1, la cellule RM ABT/DT est une cellule RM d'accusé de réception d'une modification du BCR;
- 4) lorsqu'elle est envoyée par le réseau et que Req/Ack = 0, la cellule RM ABT/DT est la demande d'une modification de BCR.

Bit souple/rigide: ce bit est mis à 0 par la source pour indiquer que le réseau peut écraser par réécriture les champs débit cellulaire, dans les autres cas ce bit est égal à 1.

Débit cellulaire de bloc CLP = 0 + 1

Ce champ est utilisé dans les cellules RM ABT/DT pour la modification de BCR, la maintenance, etc. (en relation avec le codage de type de message) concernant le flux cellulaire CLP = 0 + 1 (cellules OAM d'utilisateur incluses). Dans le cas d'un message de demande de BCR envoyé par l'utilisateur, la valeur de ce champ est égale au débit BCR demandé. Dans le cas d'un message d'attribution de débit BCR envoyé par le réseau, la valeur de ce champ est égale au débit BCR attribué. Dans le mode rigide, le débit BCR attribué à un bloc ATM accepté sera égal au débit BCR demandé. Dans le mode "souple", le débit BCR attribué sera égal ou inférieur au débit BCR demandé et ne devra pas être inférieur au débit SCR si le débit BCR demandé était supérieur au débit SCR.

Le débit BCR demandé/attribué est codé avec l'exposant à 5 bits et la mantisse à 9 bits décrite au § 5.4.1.2. En outre, un bit, appelé bit *nz*, indique si le débit BCR est nul ou non. En particulier, un BCR Λ est codé comme suit:

$$\Lambda = \left[2^m \cdot \left(1 + \frac{k}{512} \right) \right] \cdot nz$$

$$0 \leq m \leq 31 \text{ et } 0 \leq k \leq 511$$

$$nz \in \{0,1\}$$

Le BCR demandé/attribué est codé sur 16 bits, le bit de plus fort poids est réservé, le bit qui suit est le bit nz , les cinq bits suivants contiennent l'exposant et les bits restants de la mantisse.

BCR OAM d'utilisateur

Analogue au débit BCR demandé/attribué pour le flux cellulaire CLP = 0 + 1 mais s'applique au flux cellulaire OAM d'utilisateur.

Taille de bloc et numéro de séquence

Ces champs sont utilisés dans le transfert de blocs ATM avec transmission immédiate (ABT/IT) (voir § 6.6.2.3).

6.6.1.4 Définition de conformité et garantie de QS pour les transferts ABT/DT

La conformité d'un transfert ABT/DT à une interface normalisée est définie au niveau de la cellule; la conformité au niveau du bloc est en outre définie si le débit soutenable est supérieur à zéro. La définition de conformité au niveau de la cellule comprend la conformité des cellules RM et des cellules à l'intérieur d'un bloc quant aux débits cellulaires de bloc courants. La définition de conformité au niveau du bloc est vérifiée par rapport au débit soutenable.

Les deux définitions de conformité dépendent des cellules RM qui passent l'interface. Les principes généraux d'une définition de conformité d'un transfert ABT avec transmission différée sont décrits au § 6.6.1.4.1.

6.6.1.4.1 Principes généraux d'une définition de conformité d'un transfert ABT avec transmission différée

Les messages de commande qui définissent le bloc ATM pour un transfert ABT avec transmission différée à une interface sont décrits à l'Annexe C.

Les cellules RM délimitant les blocs ATM dans le sens aller sont:

- 1) des cellules RM de réduction du débit BCR envoyées par la source (TM = 0);
- 2) ou des cellules RM d'accusé de réception envoyées par la source en réponse à:
 - un accusé de réception positif envoyé par le réseau suite à une demande d'augmentation du débit BCR de la part de la source;
 - une modification du débit BCR déclenchée par la destination ou par le réseau.

Il est souhaitable d'éviter plusieurs négociations du débit BCR en instance. Ceci est possible en introduisant des niveaux de priorité entre les négociations du débit BCR (voir l'Annexe E).

Il ne convient pas qu'un réseau déclenche une négociation du débit BCR alors qu'une autre négociation avec un niveau de priorité égal ou supérieur est en attente.

La conformité pour une connexion de transfert ABT est à nouveau vérifiée par rapport:

- 1) à la valeur du débit BCR du flux cellulaire de données d'utilisateur CLP = 0 + 1 et facultativement au flux cellulaire OAM d'utilisateur (conformité des cellules);
- 2) au débit soutenable pour le flux cellulaire composite CLP = 0 + 1 (y compris OAM d'utilisateur) d'une connexion de transfert ABT avec transmission différée (conformité de bloc ATM).

6.6.1.4.2 Conformité des cellules RM

6.6.1.4.2.1 Conformité des cellules RM produites par l'utilisateur

La conformité des cellules RM de demande envoyées par l'utilisateur est définie à une interface donnée par un algorithme GCRA(T_{RM} , τ_{RM}), où $1/T_{RM}$ est le débit cellulaire crête du flux de cellules RM de demande de transfert ABT avec transmission différée et τ_{RM} est la tolérance de variation CDV associée.

La conformité d'une cellule RM d'accusé de réception envoyée par l'utilisateur en réponse à une demande de l'utilisateur ou du réseau est vérifiée par rapport aux trois tests suivants:

- 1) il s'agit de la réponse de la source à une cellule RM d'accusé de réception ou à une cellule RM de demande envoyée par le réseau à la source (voir l'Annexe C);
- 2) elle arrive dans un délai de temporisation donné après que la cellule RM envoyée par le réseau à la source et à laquelle elle répond ait franchi l'interface. La valeur de temporisation dépend du temps aller et retour de l'interface à la source. Cette valeur peut être déterminée par l'exploitant de réseaux ou, lorsqu'elle s'applique à une interface INI, elle peut être négociée entre les exploitants de réseaux. Elle peut être spécifiée par abonnement ou pour chaque connexion;
- 3) elle achemine des informations (valeurs de débit BCR, numéro de séquence, bit d'indication CI, etc.) cohérentes avec le message envoyé par le réseau. Des valeurs de débit BCR valides sont notamment des valeurs de débit BCR inférieures ou égales aux valeurs de débit BCR acheminées par la cellule RM envoyée par le réseau à la source.

Le traitement des cellules RM non-conformes est spécifique à l'exploitant de réseaux. Si une cellule RM d'accusé de réception envoyée par l'utilisateur arrive après l'écoulement du délai de temporisation ou si le contenu d'une telle cellule est non valide, il est possible que le réseau ne satisfasse pas aux garanties en matière de QS. Les actions prises par le réseau dans de telles conditions (par exemple des procédures de rétablissement définies) ne sont pas spécifiées par la présente Recommandation.

6.6.1.4.2.2 Conformité des cellules RM produites par le réseau

Les cellules RM produites par le réseau sont conformes jusqu'à une certaine limite, fixée d'un commun accord entre les exploitants de réseaux.

6.6.1.4.3 Algorithme GCRA dynamique pour transfert ABT avec transmission différée

Dans les transferts ABT avec transmission différée, la conformité des cellules est vérifiée par un algorithme GCRA dynamique tant pour les cellules de données d'utilisateur que pour les cellules OAM d'utilisateur.

Dès qu'un débit BCR supérieur à 0 est négocié pour le flux cellulaire OAM d'utilisateur, la conformité des cellules est vérifiée séparément pour les cellules OAM d'utilisateur. Pour une connexion de transfert ABT avec transmission différée, la conformité des cellules est par conséquent vérifiée:

- i) par rapport au débit BCR négocié dynamiquement pour le flux cellulaire avec $CLP = 0 + 1$;
- ii) par rapport au débit BCR du flux cellulaire OAM dès que le débit BCR attribué à ce flux cellulaire OAM d'utilisateur est supérieur à 0.

Puisque le débit BCR des flux cellulaires d'une connexion de transfert ABT avec transmission différée peut varier à tout moment, il convient que les algorithmes de vérification de la conformité tiennent compte des modifications du débit BCR réalisées au moyen de certaines cellules RM. Il convient notamment que certaines cellules RM spécifiques soient interprétées par ces algorithmes, notamment:

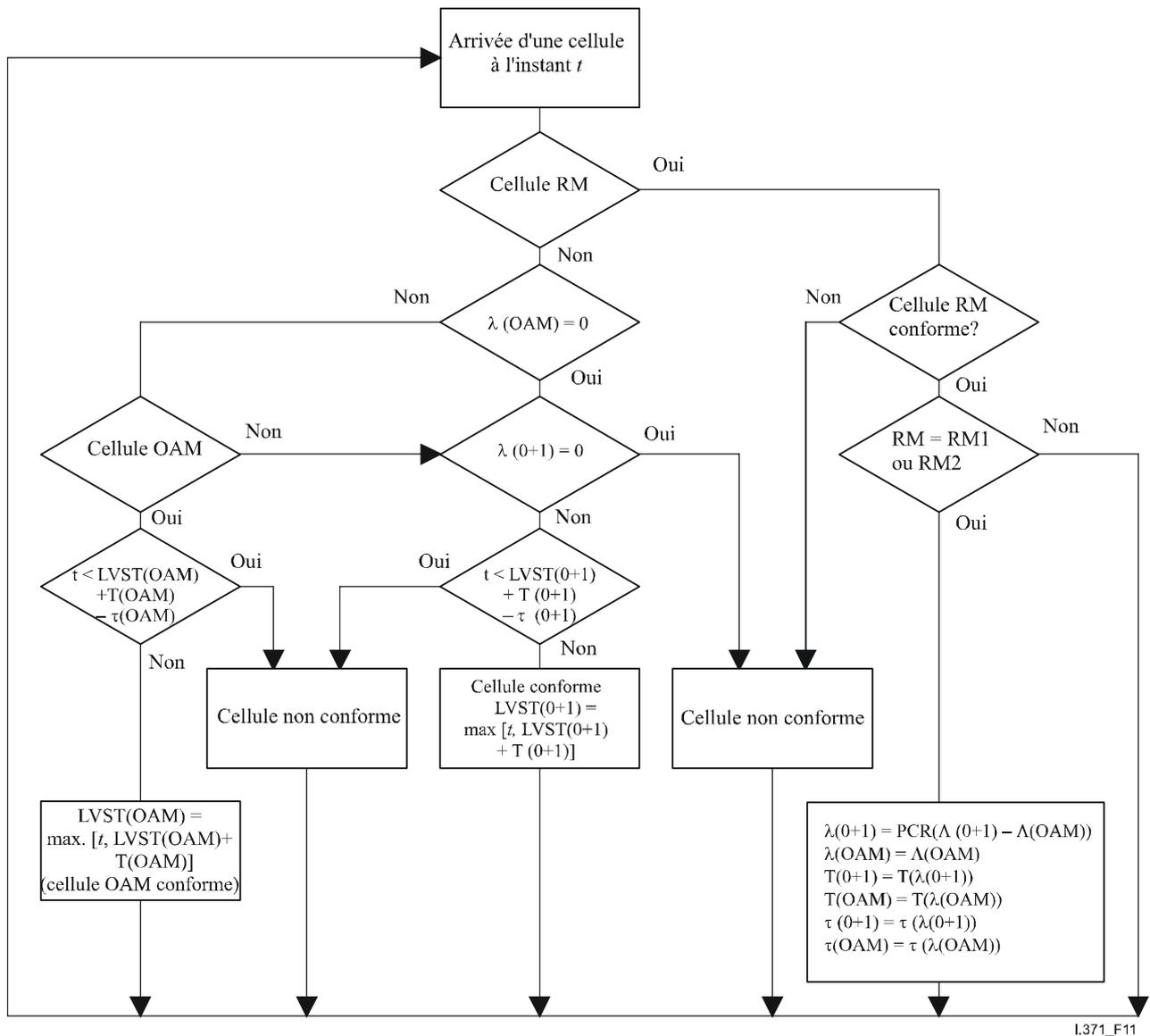
- RM₁ cellules RM de réduction de largeur de bande dans le sens aller avec TM = 0;
- RM₂ cellules RM d'accusé de réception envoyées dans le sens aller (avec TM = 0 ou 1).

L'algorithme de conformité des cellules utilise le dernier instant d'ordonnancement virtuel (LVST, *last virtual schedule time*), qui est le temps programmé de la dernière cellule de données conforme, plutôt que l'instant théorique d'arrivée (TAT, *theoretical arrival time*) habituel.

L'algorithme de conformité des cellules est présenté à la Figure 11.

La notation suivante est utilisée dans la Figure 11:

- | | |
|--------------------|---|
| $\lambda(x)$ | débit BCR courant du flux cellulaire x; |
| $T(x)$ | intervalle crête d'émission courant du composant x qui correspond au débit BCR $\lambda(x)$; |
| $\tau(\lambda(x))$ | tolérance de variation CDV utilisée pour vérifier la conformité du flux cellulaire x pour le débit BCR attribué $\lambda(x)$, la fonction $\tau(\lambda)$ est spécifiée lors de l'établissement de la connexion pour les flux de cellules de données d'utilisateur, il est admis de spécifier une valeur unique; pour le trafic OAM, il convient que la tolérance $\tau(\lambda)$ soit cohérente avec la règle de valeur par défaut normalisée spécifiée pour le trafic OAM (voir l'Appendice II); lorsque $\lambda = 0$, τ prend une valeur par défaut; |
| $\Lambda(x)$ | débit BCR du flux cellulaire x acheminé dans une cellule RM ABT/DT spécifique; |
| $T(\lambda)$ | intervalle crête d'émission qui correspond au débit BCR λ dans la liste de granularités normalisées du débit cellulaire crête de la couche ATM fournie au § 5.4.1.2; lorsque $\lambda = 0$, T prend une valeur par défaut égale à la valeur maximale prise en charge par le réseau; |
| $PCR(\Lambda)$ | indique la valeur supérieure la plus proche dans la liste de granularité du débit cellulaire crête de la couche ATM correspondant au débit Λ ; |
| x | désigne le flux cellulaire CLP = 0 + 1 ou OAM. |



NOTE 1 – Les instants $LVST(0+1)$ et $LVST(OAM)$ sont initialisés à $-\infty$, qui est une valeur par défaut identifiant la première cellule d'une connexion; ATM , $\lambda(0+1)$ et $\lambda(OAM)$ sont initialisés à 0.

NOTE 2 – Par définition, $\Lambda(0+1) \geq \Lambda(OAM)$; sinon, la renégociation du débit cellulaire crête serait non valide.

Figure 11/I.371 – Conformité des cellules pour une connexion de transfert ABT avec transmission différée

6.6.1.4.4 Conformité de bloc ATM pour les transferts ABT avec transmission différée

La conformité de bloc ATM est vérifiée quant au débit soutenable, s'il est supérieur à 0, spécifié pour le flux cellulaire avec $CLP = 0 + 1$. Les essais de conformité du bloc ATM sont fondés sur un algorithme qui calcule un certain nombre de crédits. Les blocs ATM sont non conformes lorsque le nombre de crédits est nul. L'algorithme de conformité du bloc ATM utilise en outre un temps virtuel u défini à l'instant de l'arrivée de la cellule comme étant le maximum entre cet instant d'arrivée et l'instant $LVST$ de la dernière cellule de donnée conforme avec $CLP = 0 + 1$, qui est calculé par l'algorithme de conformité au niveau de la cellule (voir § 6.6.1.4.3). Plus précisément, $u = \max\{LVST, t\}$ où t est l'instant actuel.

Le débit soutenable Λ_{SCR} et la tolérance utilisés dans cet algorithme de conformité sont ceux qui sont valides à l'interface considérée et déduit du débit soutenable Λ^0_{SCR} et de la taille maximale des rafales MBS^0 , négociés lors de l'établissement de la connexion comme étant (voir l'Appendice VI):

$$\Lambda_{SCR} = \min \left(\Lambda^0_{SCR} + \frac{1}{T} \times \tau''_{SCR} \times \left(\frac{1}{T_{RM}} + \frac{1}{T'_{RM}} \right), \frac{1}{T} \right)$$

$$\tau_{SCR} = \left(MBS^0 - 1 + \frac{1}{T} \times \tau''_{SCR} \times \left[2 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} + \frac{\tau'_{RM}}{T'_{RM} - \Delta} \right] \right) (T_{SCR} - T)$$

où:

- 1) $1/T$ est le débit cellulaire crête de la connexion et T_{SCR} est l'intervalle d'émission correspondant à Λ_{SCR} ;
- 2) il est supposé que les flux de cellule RM de demande d'utilisateur dans le sens aller et le sens retour émis par les deux utilisateurs de la communication de transfert ABT avec transmission différée se trouvent à l'interface considérée comme conforme à l'algorithme GCRA(T_{RM}, T_{RM}) et à l'algorithme GCRA(T'_{RM}, τ'_{RM});
- 3) τ''_M est la différence entre le maximum et le minimum (ou entre des quantiles équidistants) des temps de transfert virtuel pour les cellules RM délimitant les blocs ATM. Le temps de transfert virtuel d'une cellule RM délimitant un bloc ATM est défini comme la différence entre l'instant où la cellule RM est transmise au point PHY-SAP du terminal équivalent et l'instant virtuel u où elle est reçue à l'interface;
- 4) Δ est le temps de transmission d'une cellule (en secondes) à la vitesse de la liaison d'interface.

La conformité de bloc ATM est vérifiée en tenant compte du volume des ressources réservées. L'algorithme de vérification de la conformité de bloc ATM est décrit à la Figure 12. Les principes de la conformité de bloc ATM sont les suivants (voir la Figure 13):

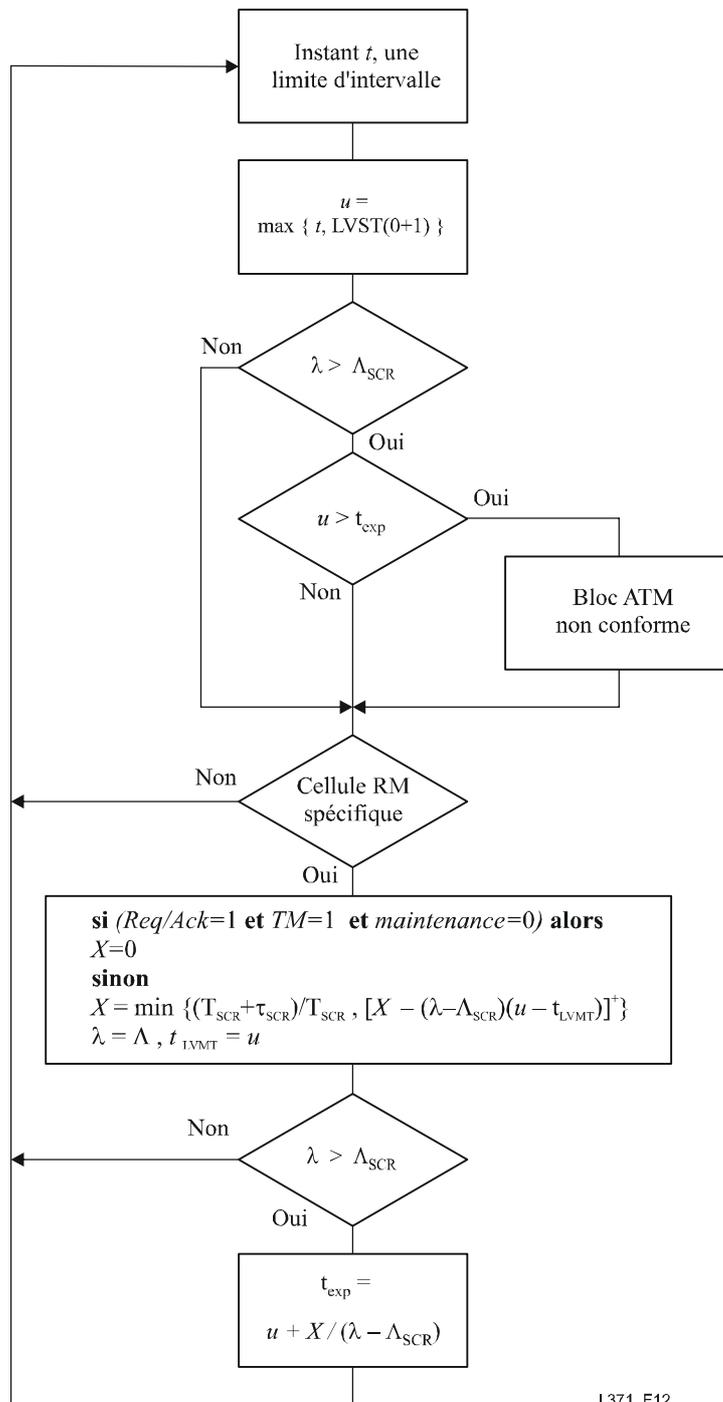
- les cellules RM spécifiques sont les cellules RM de type RM_1 et RM_2 telles que définies ci-dessus;
- la conformité de bloc ATM est vérifiée intervalle par intervalle en comparant l'instant actuel t avec une date de non-conformité t_{exp} ;
- la date de non-conformité est uniquement pertinente lorsque le débit BCR λ est supérieur au débit soutenable $\Lambda_{SCR} = 1/T_{SCR}$;
- le temps de non-conformité t_{exp} est calculé en utilisant la variable X , le débit soutenable Λ_{SCR} , et le débit BCR λ attribués au flux cellulaire;
- X est mis à jour à chaque instant d'arrivée d'une cellule RM spécifique et représente le nombre de crédits pour la nouvelle réservation de débit BCR (X est calculé en utilisant le débit BCR attribué à la réservation précédente de débit BCR);
- à la réception de la cellule RM d'accusé de réception de largeur de bande dans le sens aller avec les bits gestion de trafic et de maintenance mis respectivement à 1 et à 0, le nombre X de crédits est réinitialisé à 0. Ceci à pour but de réaligner les algorithmes de conformité de bloc ATM lorsqu'une procédure corrective est déclenchée;
- le temps de non-conformité t_{exp} et la variable X sont calculés à partir de la valeur maximale entre l'instant courant et le dernier instant d'ordonnancement virtuel (LVST, *last virtual schedule time*) du flux cellulaire (l'instant LVST est calculé par le test de conformité des cellules pour le flux cellulaire avec $CLP = 0 + 1$).

Les relations suivantes s'appliquent:

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \min \left\{ \frac{T_{SCR} + \tau_{SCR}}{T_{SCR}}, [X - (\lambda - \Lambda_{SCR})(u - t_{LVMT})]^+ \right\} \\ \lambda = \Lambda, t_{exp} = u + \frac{X}{\lambda - \Lambda_{SCR}} \text{ if } \lambda > \Lambda_{SCR} \end{array} \right\}$$

où u est l'instant virtuel, t_{LVMT} l'instant virtuel correspondant aux modifications précédentes de débit BCR, notamment le dernier instant de modification virtuelle (LVMT), et $x^+ = \max\{0, x\}$;

- le temps de non-conformité est uniquement applicable si $\lambda > \Lambda_{SCR}$; dans le cas contraire, les besoins de la source sont inférieurs aux prévisions et le bloc ATM est conforme.



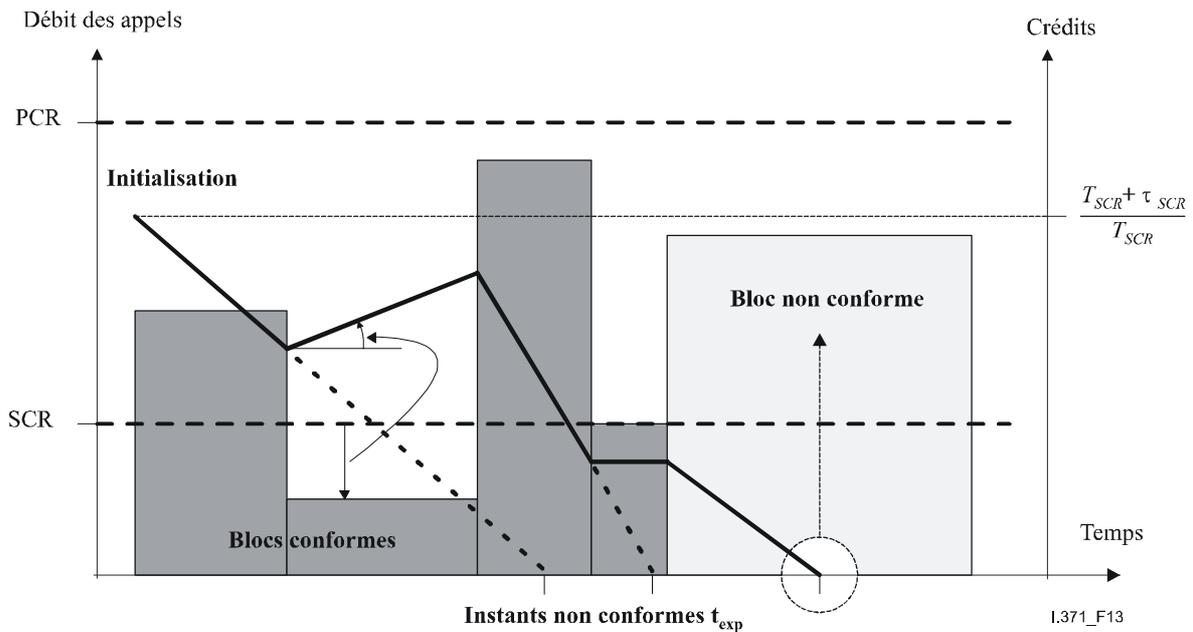
I.371_F12

NOTE 1 – t_{LVMT} et u sont initialisés à $-\infty$, qui est une valeur par défaut pour identifier la première cellule d'une connexion ATM,

X est initialisé à $\frac{T_{SCR} + \tau_{SCR}}{T_{SCR}}$, λ est initialisé à 0.

NOTE 2 – Les débits BCR et l'instant LVST sont ceux du flux cellulaire considéré, l'instant LVST est donné par l'algorithme de conformité des cellules (voir la Figure 11).

Figure 12/I.371 – Conformité de bloc ATM pour un flux cellulaire d'une connexion de transfert ABT avec transmission différée



NOTE – Cette figure est donnée à des fins d'illustration. La ligne en trait gras continu représente le nombre instantané de crédits. La pente de cette courbe est égale à la différence entre les débits SCR et BCR. Le calcul de t_{exp} pour un bloc ATM donné se base sur le nombre de crédits disponibles à la frontière du bloc ATM.

Figure 13/I.371 – Exemples d'évolution des variables de conformité de bloc

La perte de cellules RM peut être à l'origine d'une non-conformité injustifiée de bloc et dans le cas de perte de cellules RM_1 RM_2 , peut nécessiter le rétablissement et la réinitialisation des variables de conformité. Les algorithmes de conformité de bloc ATM sont réalignés par des procédures correctives (voir § 7.2.3.6).

Aspects QS

Lors de l'établissement de l'appel ou au moment de la souscription de l'abonnement d'une connexion, l'utilisateur peut négocier la classe de QS pour ladite connexion. Lorsque des garanties en matière de QS s'appliquent, elles s'appliquent au niveau de la cellule et au niveau du bloc ATM. Les garanties de QS au niveau de la cellule peuvent inclure des objectifs de variation CDV et de taux CLR de bout en bout.

Garanties de QS au niveau de la cellule

Les garanties de QS de base au niveau de la cellule assurée à la connexion est que, tant que, dans un bloc ATM, la connexion est conforme au débit BCR négocié pour le bloc ATM, les garanties de QS au niveau de la cellule sont valables. On s'attend qu'à l'intérieur d'un bloc ATM cette QS soit équivalente à celle normalement offerte au débit DBR avec les mêmes tolérances de PCR et de CDV et la même classe de QS négociée. De plus, la QS au niveau de la cellule est assurée à toutes les cellules lorsque les cellules sont conformes aux tests de conformité de débit BCR applicables. Si certaines cellules ne sont pas conformes à ces tests, le réseau peut considérer que la connexion n'est pas conforme et qu'en conséquence, le réseau ne se trouve plus lié par ses garanties de QS. Si le réseau choisit de respecter les garanties de QS au niveau de la cellule à une connexion comportant des cellules non conformes, la QS de couche ATM n'est assurée qu'à un volume de cellules conformes à tous les tests de conformité de débit BCR applicables.

Garanties de QS au niveau du bloc

Lorsqu'un débit cellulaire soutenable supérieur à 0 a été spécifié lors de l'établissement de la connexion et qu'une classe de QS avec des objectifs spécifiques en matière de taux CLR est négociée, les garanties que le réseau peut offrir au niveau du bloc ATM pour la connexion sont les suivantes: aussi longtemps que les blocs ATM sont conformes au descripteur de trafic de débit cellulaire soutenable, une nouvelle réservation de BCR doit être acceptée par le réseau dans des limites temporelles définies. Ces limites font partie de la classe de QS négociée lors de l'établissement de l'appel. Dans le cas d'une non-conformité de bloc ATM ou si le débit cellulaire est fixé égal à 0, le réseau n'offre plus de garanties de QS au niveau du bloc. En outre, dans ce cas, le réseau peut déclencher une renégociation du débit BCR. La QS au niveau de la cellule est en tous les cas assurée aussi longtemps que le réseau n'a pas renégocié le débit BCR attribué.

La gestion des ressources dans le cas où un débit SCR est fixé égal à 0 est effectuée sur la base des règles d'ingénierie du trafic applicables. Le réseau peut ainsi respecter certains objectifs de temps de transmission au niveau du bloc (indications de QS sur le temps d'accès aux ressources de réseau). Ces indications de QS ne sont pas contractuelles entre l'utilisateur et le réseau mais indicatives seulement.

NOTE – Le délai subi par une application utilisant le mode de transmission ABT/DT n'est pas constant pendant la durée de la connexion.

6.6.2 Transfert de blocs ATM avec transmission immédiate (ABT/IT)

6.6.2.1 Définition et modèle de service

Dans le mode de transfert ABT/IT, l'utilisateur envoie des blocs ATM sans accusé de réception positif du réseau. Par conséquent, des blocs ATM transmis en mode ABT/IT peuvent être ignorés par le réseau lorsque les ressources du réseau ne sont pas suffisantes. La probabilité de perte de blocs ATM peut être minimisée en réservant des ressources via un débit SCR. Comme dans le cas du mode ABT/DT, il existe un débit PCR qui est négocié lors de l'établissement de l'appel. Pour chaque bloc ATM, il y a un débit BCR associé à ce bloc. Si le bloc est indiqué comme "souple" (bit souplesse/rigidité = 0), un élément de réseau peut mettre en mémoire tampon un bloc ATM, diminuer le débit BCR du bloc ATM et transmettre le bloc avec un nouveau débit BCR.

Pendant la durée de la connexion, les blocs ATM sont directement transmis dans le réseau par la source de trafic. La cellule RM ABT/IT de tête d'un bloc ATM, qui peut être aussi la cellule RM ABT/IT de queue du bloc ATM précédent, demande des ressources du réseau calculées sur la base de débits BCR des différents flux cellulaires de la connexion ABT/IT acheminée par cette cellule RM ABT/IT. La cellule de queue ABT/IT, qui peut être également la cellule de tête ABT/IT du bloc ATM suivant, libère les ressources du réseau ou demande des ressources pour le bloc ATM suivant. Si les ressources nécessaires au transfert d'un bloc ATM sont disponibles dans le réseau, le bloc ATM est transféré; dans le cas contraire, le bloc ATM est ignoré.

Une largeur de bande garantie pour le flux de cellule de données d'utilisateur et le flux de cellule OAM d'utilisateur avec $CLP = 0 + 1$ est spécifiée comme suit.

Définition (largeur de bande garantie)

Une largeur de bande garantie pour les données pour le flux de cellule de données d'utilisateur et de données OAM avec $CLP = 0 + 1$ dans un sens donné est définie lorsqu'un débit cellulaire soutenable supérieur à 0 est spécifié lors de l'établissement de la connexion pour ce flux cellulaire dans le sens considéré et qu'une classe de QS est négociée avec des objectifs spécifiés en matière de taux de perte CLR. La largeur de bande garantie est liée à la quantité de ressources réservées et sa valeur est égale à celle du débit cellulaire soutenable spécifié. La moyenne des ressources à long terme, qui peuvent être potentiellement réservées, est au moins aussi grande que la largeur de bande garantie. De plus, si le trafic est conforme au descripteur de trafic de débit cellulaire soutenable

spécifié pour le flux cellulaire considéré (voir § 6.6.2.4), la probabilité d'échec de transfert d'un bloc ATM (à savoir de mise à l'écart d'un bloc ATM dans le réseau), est inférieure à un seuil donné.

Aucune largeur de bande n'est garantie par le réseau pour le flux cellulaire si un débit cellulaire soutenable égal à 0 est spécifié pour ce flux cellulaire ou si la classe de QS U a été négociée. Dans ces cas, le mode ABT/IT ne permet pas de garantir le succès du transfert d'un bloc ATM et il n'existe pas de garantie sur la probabilité de mise à l'écart d'un bloc ATM. Il convient cependant de noter que le réseau peut essayer de remplir certains objectifs pour cette probabilité (indications de QS) sans exiger la spécification de débit cellulaire soutenable.

6.6.2.2 Descripteur de trafic source et tolérances de CDV

Les descripteurs de trafic source et les tolérances de CDV associées pour le mode ABT/IT sont identiques à ceux du mode ABT/DT (voir § 6.6.1.2).

6.6.2.3 Modification dynamique des paramètres et des formats de cellule RM pour le transfert de bloc ATM avec transmission immédiate

La modification dynamique des paramètres et du format de cellule RM pour le mode ABT est identique à celle valable pour le mode ABT/DT et est donnée dans le Tableau 2 à ceci près que les cellules RM ABT/IT sont identifiées par l'identificateur de protocole 3.

Type de message et débit BCR CLP = 0 + 1

Les champs types de message (sens, gestion de trafic, indication d'encombrement, maintenance, demande/accusé de réception, souple/rigide) ainsi que les champs BCR CLP = 0 + 1 et BCR OAM sont les mêmes que ceux pour les cellules de RM ABT/DT (voir § 6.6.1.3).

Taille de bloc

Le champ taille de bloc achemine la longueur du bloc ATM exprimée en cellules. La valeur transportée dans ce champ est seulement indicative et peut être utilisée par des implémentations particulières. Elle n'est pas utilisée pour la définition de conformité.

Numéro de séquence

Une source peut facultativement utiliser le champ numéro de séquence en incrémentant le numéro de séquence (modulo 2^{32}) dans chaque cellule RM ABT/IT suivante. Si tel est le cas:

- le numéro de séquence est toujours présent dans les cellules RM ABT/IT;
- le numéro est toujours incrémenté de un dans les cellules RM ABT/IT.

Une source qui n'utilise pas le champ SN positionne sa valeur sur 0.

Aucune entité autre que la source n'est autorisée à modifier le numéro de séquence.

Lorsqu'une destination envoie une cellule RM ABT/IT en réponse à une cellule RM ABT/IT produite par la source, le numéro de séquence est copié et non modifié dans cette cellule. Toute autre cellule RM produite par le réseau ou par la destination doit avoir un numéro de séquence égal à 0.

6.6.2.4 Définition de conformité et garantie de QS pour les transferts ABT/IT

La conformité d'un transfert ABT/IT à une interface normalisée est définie au niveau de la cellule; la conformité au niveau du bloc est en outre définie si le débit soutenable est supérieur à zéro. La définition de conformité au niveau de la cellule comprend la conformité des cellules RM et des cellules à l'intérieur d'un bloc quant aux débits cellulaires de bloc courants. La définition de conformité au niveau du bloc est vérifiée par rapport au débit soutenable. Les deux définitions de conformité dépendent des cellules RM qui franchissent cette interface.

6.6.2.4.1 Conformité des cellules pour les transferts ABT/IT

La conformité des cellules pour les transferts ABT avec transmission immédiate est identique à la conformité des cellules pour les transferts ABT avec transmission différée sauf que:

- les cellules RM délimitant les blocs ATM sont:
 - 1) soit des cellules RM de demande de modification du débit cellulaire de bloc (gestion de trafic = 0) envoyées par la source;
 - 2) ou des cellules RM d'accusé de réception avec gestion de trafic = 1 envoyées par la source dans le sens aller en réponse à une modification du débit BCR déclenchée par le réseau;
- il convient que l'utilisateur n'envoie que des cellules RM de demande dans le sens aller. Les cellules RM de demande sont non conformes.

Les cellules RM spécifiques à prendre en considération dans la définition de conformité sont donc:

- RM₁: cellules RM conformes de demande d'augmentation ou de diminution de la largeur de bande envoyée par la source (TM = 0);
- RM₂: cellules RM d'accusé de réception (TM = 1) envoyées par la source dans le sens aller en réponse à une négociation du débit BCR déclenchée par le réseau.

6.6.2.4.2 Conformité de bloc ATM pour les transferts ABT/IT

L'algorithme de conformité au niveau du bloc ATM pour le transfert ABT/IT est identique à celui pour le transfert ABT/DT (fourni à la Figure 12), sauf que les cellules RM spécifiques à prendre en considération sont les cellules RM conformes de demande d'augmentation ou de réduction de largeur de bande envoyées par la source (TM = 0) et les cellules RM d'accusé de réception (TM = 1) envoyées par la source dans le sens aller. En outre, le débit soutenable Λ_{SCR} et la tolérance τ_{SCR} pris en considération dans cette définition de conformité de bloc ATM sont ceux qui sont valides à l'interface considérée et déduit du débit soutenable Λ_{SCR}^0 et de la taille maximale des rafales MBS^0 , négociés lors de l'établissement de la connexion comme étant (voir l'Appendice VI):

$$\Lambda'_{SCR} = \min\left(\Lambda^0_{SCR} + \frac{1}{T} \times \tau''_{SCR} \times \frac{1}{T_{RM}}, \frac{1}{T}\right)$$
$$\tau_{SCR} = \left(MBS^0 - 1 + \frac{1}{T} \times \tau''_{SCR} \times \left[1 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} \right] \right) (T_{SCR} - T)$$

où la notation fournie au § 6.6.1.4.3 est utilisée.

La perte de cellules RM peut être à l'origine d'une non-conformité injustifiée de bloc et dans le cas de perte de cellules RM₁ RM₂, peut nécessiter le rétablissement et la réinitialisation des variables de conformité. Les algorithmes de conformité de bloc ATM sont resynchronisés lorsqu'une action corrective est déclenchée par le réseau le long de la communication de transfert ABT avec transmission immédiate.

Aspects QS

Lors de l'établissement de l'appel ou au moment de la souscription de l'abonnement d'une connexion, l'utilisateur peut négocier la classe de QS pour ladite connexion. Lorsque des garanties en matière de QS s'appliquent, elles s'appliquent au niveau de la cellule et au niveau du bloc ATM. Les garanties de QS au niveau de la cellule peuvent inclure des objectifs de variation CDV et de taux CLR de bout en bout.

Garanties de QS au niveau de la cellule

La QS au niveau des cellules est composée de garantie en matière de CLR et de CDV de bout en bout. La garantie de base en matière de débit CLR au niveau de la cellule qui est offerte à la connexion est telle que, une fois que le débit BCR a été accepté dans le réseau pour un bloc ATM au moyen de cellules RM ABT/IT, les cellules de ces blocs ATM sont transférées avec un débit CLR équivalant à celui offert à une connexion à débit DBR avec le même débit PCR et la même tolérance CDV et la même classe de QS négociée. De plus, si un bloc ATM a le bit de souplesse égal à 1 (c'est-à-dire interdiction d'effectuer une mise en forme dans le réseau destinée à réduire le débit BCR du bloc ATM), les cellules du bloc ATM sont transférées avec une variation CDV de bout en bout équivalant à celle offerte à la connexion utilisant une combinaison de débit DBR et de classe de QS avec objectifs spécifiés en matière de variation CDV comme indiqué ci-dessus. Si, en fixant le bit de souplesse à 0, l'utilisateur accepte que le bloc ATM soit remis en forme dans le réseau au débit BCR qui est strictement inférieur au débit BCR demandé pour le bloc, alors les objectifs en matière de variation CDV de bout en bout sont non spécifiés.

La QS au niveau de la cellule est assurée à toutes les cellules lorsque celles-ci sont conformes aux tests de conformité BCR applicables. Si certaines cellules ne sont pas conformes à ces tests, le réseau peut considérer que la connexion n'est pas conforme et qu'en conséquence, le réseau ne se trouve plus lié par ses garanties de QS. Si le réseau choisit de respecter les garanties de QS au niveau de la cellule à une connexion comportant des cellules non conformes, la QS de couche ATM n'est assurée qu'à un volume de cellules conformes à tous les tests de conformité de débit BCR applicables.

Dans le mode ABT/DT, les blocs ATM sont négociés (demande d'un accusé de réception implicite ou explicite de la part du réseau), tandis que dans le mode ABT/IT, les blocs sont acceptés ou ignorés.

Garanties de QS au niveau du bloc

Lorsqu'un débit cellulaire soutenable supérieur à 0 a été spécifié lors de l'établissement de la connexion et qu'une classe de QS avec des objectifs spécifiques en matière de taux CLR est négociée, les garanties que le réseau peut offrir au niveau du bloc ATM pour la connexion sont les suivantes: aussi longtemps que les blocs ATM sont conformes au descripteur de trafic de débit cellulaire soutenable, une nouvelle réservation de BCR doit être acceptée par le réseau avec une probabilité spécifiée de mise à l'écart de bloc qui est une caractéristique de QS au niveau du bloc de la connexion utilisant le transfert ABT avec transmission immédiate. Dans le cas d'une non-conformité de bloc ATM ou si le débit cellulaire est fixé égal à 0, le réseau n'offre plus de garanties de QS au niveau du bloc. En outre, dans ce cas, le réseau peut déclencher une renégociation du débit BCR. La QS au niveau de la cellule est de toutes les manières assurée aussi longtemps que le réseau n'a pas renégocié le débit BCR attribué.

Les garanties de QS au niveau du bloc dans le mode ABT/IT diffèrent de celles du mode ABT/DT:

- dans le mode ABT/IT, les blocs ATM peuvent être ignorés;
- dans le mode ABT/DT, le temps de transmission associé à une application est supérieur à celui associé à une application utilisant le mode ABT/IT en raison de la phase de négociation du débit BCR présente dans le mode ABT/DT.

La gestion des ressources dans le cas où le débit SCR est fixé à 0, est réalisée sur la base des règles d'ingénierie du trafic applicables. Le réseau peut ainsi remplir certains objectifs de QS au niveau du bloc (indication de QS sur la probabilité de mise à l'écart de bloc). Ces objectifs ne sont pas contractuels entre l'utilisateur et le réseau mais indicatifs seulement (indications de QS).

6.7 Capacité de transfert au débit disponible (ABR)

De nombreuses applications ont la capacité de réduire leur débit de transfert de l'information si le réseau le leur demande. De même, elles peuvent souhaiter augmenter leur débit de transfert de l'information si une largeur de bande supplémentaire est disponible dans le réseau. Il peut y avoir non seulement des paramètres de trafic statiques mais également des paramètres de trafic dynamiques car les utilisateurs souhaitent accepter des largeurs de bande non réservées. Pour prendre en charge du trafic de source de ce type dans un réseau ATM, une capacité de transfert ATM appelée débit disponible (ABR, *available bit rate*) est définie.

6.7.1 Définition et modèle de service

Le débit ABR est une capacité de transfert ATM dans laquelle les caractéristiques de transfert de couche ATM restrictives assurées par le réseau peuvent être modifiées après l'établissement de la connexion. L'utilisateur qui adapte son trafic aux modifications de caractéristiques de transfert de couche ATM subira un taux de perte de cellules (CLR, *cell loss ratio*) faible. La variation CDV et le temps de transfert des cellules ne sont pas régulés. La capacité ABR n'est pas destinée à prendre en charge les applications à débit CBR.

L'utilisateur s'adapte aux modifications de caractéristiques de transfert de couche ATM qui lui sont notifiées par rétroaction de la part du réseau. En raison du temps de transfert des cellules, cette rétroaction reflète l'état du réseau un certain temps avant l'instant auquel l'utilisateur reçoit cette notification. Ainsi, même si l'utilisateur s'adapte correctement à cette rétroaction, le réseau peut toujours avoir à assurer une certaine mise en mémoire tampon pour permettre un fonctionnement de l'ABR avec une faible perte de cellules.

Les actions de l'utilisateur ainsi que ses réponses aux rétroactions du réseau constituent une boucle de commande sur la connexion ABR.

Un utilisateur spécifiera au réseau une largeur de bande maximale requise lors de l'établissement de la connexion ABR. La largeur de bande maximale requise est négociée entre l'utilisateur et le réseau et entre l'utilisateur et l'utilisateur lors de l'établissement de la connexion. Une largeur de bande minimale utilisable, également appelée débit cellulaire minimal (MCR, *minimum cell rate*) doit être spécifiée pour chaque connexion mais elle peut être spécifiée comme étant égale à zéro. La largeur de bande disponible dans le réseau peut devenir aussi petite que la largeur de bande minimale utilisable. La largeur de bande maximale requise, également appelée débit cellulaire crête (PCR, *peak cell rate*) et le MCR sont définis par l'algorithme GCRA. La valeur du PCR et du MCR peut être différente sur les connexions aller et les connexions retour.

Une capacité ABR peut s'appliquer aux connexions VCC ou VPC. Si une capacité ABR s'applique à certaines connexions VCC d'une connexion VPC, les connexions VCC ABR partagent la capacité de la connexion VPC qui est attribuée au débit ABR.

Dans la capacité ABR, les cellules de données d'utilisateur ont le bit CLP égal à zéro. Le marquage de cellule (voir § 7.2.3.6) n'est actuellement pas pris en charge par le débit ABR. La possibilité pour la capacité ABR d'utiliser également des cellules de données d'utilisateur avec le bit CLP = 1 et le marquage des cellules appellent un complément d'étude.

La largeur de bande disponible sur une connexion ABR est la somme d'un débit MCR, qui peut être égale à 0, et d'un débit cellulaire variable qui résulte du partage de la largeur de bande disponible entre les connexions ABR en application d'une politique d'attribution définie. Une politique d'attribution définie signifie que le supplément de débit attribué à un utilisateur par rapport au débit cellulaire minimal n'est pas seulement déterminé par ce que l'utilisateur demande ou soumet mais également par la politique du réseau. Les politiques d'attribution définies ne font pas l'objet d'une normalisation. Cependant, la stabilité du réseau exige que pour une configuration donnée de demande de largeur de bande d'utilisateur ABR, la politique d'attribution assure la convergence vers une attribution stable des largeurs de bande dans le réseau.

Le réseau garantit quantitativement que l'utilisateur peut de manière continue envoyer des cellules au débit MCR et que le débit CLR est toujours garanti.

Une source peut toujours envoyer les informations à un débit inférieur au MCR lorsqu'un MCR supérieur à 0 a été négocié. La valeur du MCR négocié entre les systèmes terminaux et le ou les réseaux offrant la connexion peut être comprise entre 0 et la valeur maximale admissible du ou des réseaux en question. La valeur maximale admissible pour le ou les réseaux peut être égale à 0. Bien que le réseau s'engage à prendre en charge le MCR, une source peut recevoir les indications lui demandant de diminuer son débit en dessous du MCR. Si une source reçoit une telle indication et que son débit est supérieur au MCR, elle doit réduire ce débit au MCR. De même, si une source reçoit une telle indication et que son débit est inférieur ou égal au MCR, la source ne doit pas modifier son débit.

Chaque connexion ABR utilise des cellules de gestion des ressources (RM, *resource management*) pour assurer la rétroaction du réseau vers la source. Les cellules RM d'utilisateur qui sont incluses avec les cellules de données d'utilisateur dans le débit cellulaire autorisé, appelées cellules RM au débit, ont leur bit CLP mis à 0. Les cellules RM qui sont exclues du débit cellulaire autorisé courant, ont leur bit CLP mis à 1. Les cellules RM hors débit peuvent être produites par une source ou par un élément de réseau pendant des périodes au cours desquelles la production de cellules RM au débit n'est pas appropriée. Il est prévu que sur les connexions à débit ABR, les cellules RM avec le bit CLP = 1 ne soient pas systématiquement rejetées. Les procédures et les restrictions concernant la production de cellules RM hors débit ne sont pas actuellement spécifiées dans la présente Recommandation.

Les éléments de réseau et les destinations à débit ABR peuvent insérer des cellules RM pour la notification explicite d'encombrement vers l'arrière (BECN, *backward explicit congestion notification*). Ces cellules sont appelées des cellules RM BECN. Le bit de notification BECN d'une cellule RM BECN est mis à 1. Une cellule RM BECN a le bit CLP = 0. Le but d'une cellule de notification BECN est de signaler à la source qu'elle doit réduire ou ne pas augmenter son débit.

Garanties offertes par le réseau

Pour l'ABR, le réseau n'offre pas de garanties quantitatives en ce qui concerne les largeurs de bande supérieures à la largeur de bande minimale utilisable. Dans ce cas, il y a deux garanties que le réseau peut offrir: une garantie relative et une garantie de procédure.

Parmi les garanties relatives: les connexions qui partagent le même trajet ne doivent faire l'objet d'aucune discrimination arbitraire positive ou négative, bien que les ressources peuvent être attribuées en fonction d'une politique bien définie. Il convient de noter que cette garantie relative ne peut dépendre d'hypothèses sur le comportement des autres sources.

Les garanties de procédure signifient que, si toutes les cellules de la source sont conformes à la définition de conformité, le réseau garantit la QS (voir § 6.7.5).

Modèle de commande de flux pour l'ABR

En général, la commande de flux ABR s'exerce entre un terminal émetteur (source) et un terminal récepteur (destination). Les sources et les destinations sont connectées par l'intermédiaire d'une connexion dans chaque sens. Pour une connexion ABR bidirectionnelle, chaque terminal est à la fois source et destination. Pour simplifier, on ne considérera que le flux d'informations de la source à sa destination avec ses flux RM associés. Le sens aller est le sens qui va de la source à la destination, et le sens retour est celui qui va de la destination à la source. Pour le flux d'informations allant de la source à la destination, il existe une boucle de régulation faisant intervenir deux flux RM, l'un dans le sens aller, l'autre dans le sens retour (voir Figure 14).

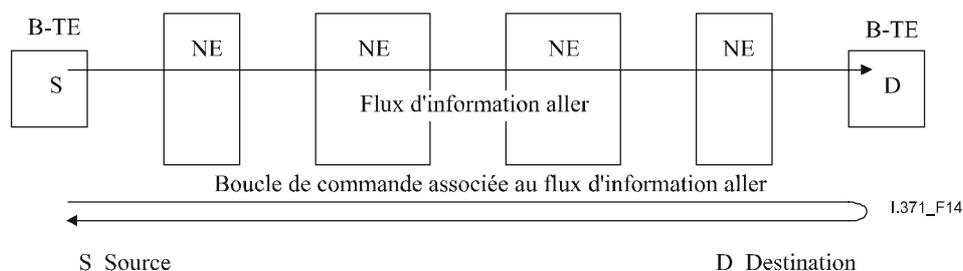


Figure 14/I.371 – Exemple d'une boucle de régulation de débit ABR entre une source et sa destination

Le rétablissement à partir de conditions d'erreur due à une perte de cellules RM dépend de l'implémentation donnée.

Segmentation de la boucle de régulation ABR

Une connexion ABR peut être segmentée dans des éléments de réseau choisis en deux segments ABR séparément régulés. Chaque segment de régulation ABR (à l'exception du premier) est alimenté par une source virtuelle. Une source virtuelle se comporte comme un point d'extrémité d'une source ABR. Les cellules RM dans le sens retour reçues par une source virtuelle sont supprimées de la boucle de régulation.

Chaque segment de régulation ABR (à l'exception du dernier) est terminé par une destination virtuelle. Une destination virtuelle se comporte comme une extrémité de destination ABR.

La Figure 15 illustre une connexion virtuelle ABR avec segmentation.

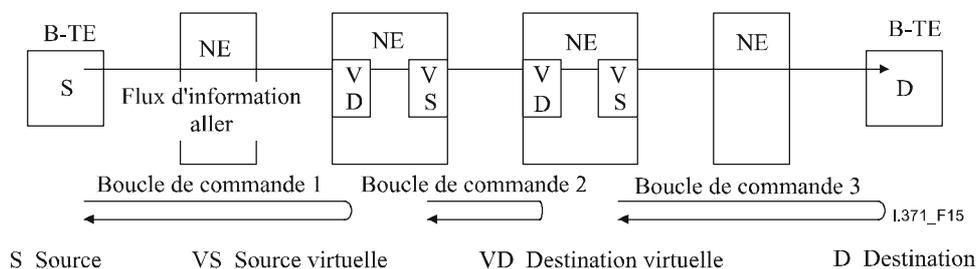


Figure 15/I.371 – Exemple d'une connexion virtuelle segmentée

Le couplage entre deux segments régulés adjacents associés à une connexion ABR (par exemple, dans un élément de réseau, ou à travers des éléments d'un groupe d'éléments du réseau dont le fonctionnement n'est pas spécifié) dépend de l'implémentation. Les incidences de telles configurations sur la qualité du service ABR appellent un complément d'étude.

6.7.2 Descripteur de trafic source et tolérances de CDV

Il existe trois types de paramètres de trafic associés à l'ABR:

- 1) les paramètres de trafic qui sont dans le descripteur de trafic source, négociés lors de l'établissement de l'appel et qui ne peuvent pas être changés par des procédures RM. Ces paramètres de trafic sont pris en compte dans la définition de conformité du débit ABR;
- 2) les paramètres de trafic qui ne sont pas dans le descripteur de trafic source, négociés lors de l'établissement de l'appel et qui ne peuvent pas être modifiés par des procédures RM (voir § 6.7.3);

- 3) les paramètres de trafic dynamiquement modifiables pouvant être modifiés par les procédures RM (voir § 6.7.4).

Lors de l'établissement de l'appel, l'utilisateur négocie un descripteur de trafic source pour les connexions dans chaque sens, à savoir:

- un bit PCR(0+1) pour le flux cellulaire composite produit par l'utilisateur, qui est le débit cellulaire maximal nécessaire pour l'application (voir § 5.4.1);
- un paramètre de trafic de débit MCR(0) pour le flux produit par l'utilisateur avec le bit CLP = 0 qui est le débit cellulaire minimal requis par l'application. Le débit MCR a une localisation, un événement de base et un codage identiques à celui du PCR (voir § 5.4.1);
- le débit cellulaire autorisé initial pour le flux cellulaire produit par l'utilisateur avec le bit CLP = 0: IACR(0). Le débit IACR a une localisation, un événement de base et un codage identiques à celui du PCR (voir § 5.4.1). Le débit IACR est notamment positif. Le débit IACR est également inférieur ou égal au débit PCR.

Dans le cas de la capacité de transfert ABR, le flux cellulaire OAM d'utilisateur et le flux cellulaire RM d'utilisateur sont fusionnés avec le flux cellulaire de données d'utilisateur dans les paramètres de trafic et dans la définition de conformité. Lorsqu'une composante OAM d'utilisateur est incluse dans le flux cellulaire d'utilisateur, il convient que l'utilisateur sélectionne des paramètres de trafic source, notamment le débit MCR, qui soient également adaptés à la composante OAM d'utilisateur.

Dans le cas de la capacité de transfert ABR, le fonctionnement de la boucle de commande requière que les cellules RM soient transportées dans le sens retour (voir § 4.1). Il convient que l'utilisateur négocie les paramètres de trafic source PCR(0+1), MCR(0) et IACR(0) pour la connexion dans le sens retour pour prendre en considération le trafic relatif au fonctionnement de la boucle de commande.

Pour ce qui concerne la conformité, des valeurs de tolérance sur la variation CDV sont requises à chaque interface normalisée pour les paramètres de trafic suivants: PCR(0+1), MCR(0) et IACR(0), voir § 6.7.5. Pour ces trois paramètres, la tolérance τ_1 sur la variation CDV associée au débit ACR est utilisée. Outre les descripteurs de trafic source ci-dessus, les valeurs des tolérances suivantes sont requises (voir § 6.7.5.1).

- la tolérance τ_1 sur la variation CDV à associer à la valeur dynamiquement modifiable du débit ACR;
- la limite supérieure du temps de rétroaction aller et retour entre l'interface et la source: τ_2 ;
- la limite inférieure du temps de rétroaction aller et retour entre l'interface et la source: τ_3 .

La tolérance τ_1 sur la variation CDV peut être acheminée par la signalisation ou attribuée lors de la souscription de l'abonnement. Le système de codage qui s'applique à la tolérance τ_{PCR} s'applique à τ_1 (voir § 5.4.1.3). Un complément d'étude est nécessaire pour savoir si les paramètres de tolérance τ_2 et τ_3 peuvent être acheminés par la signalisation ou s'ils doivent uniquement être attribués lors de la souscription de l'abonnement.

6.7.3 Paramètres de trafic ABR supplémentaires utilisés dans le comportement de référence

Les comportements de connexion ABR suivants sont utilisés dans les comportements de référence mais ne sont pas utilisés dans la définition de conformité:

- le facteur de réduction du débit (RDF, *rate decrease factor*) est le paramètre qui contrôle la réduction du débit de transmission cellulaire. Il est attribué par le réseau;
- le facteur d'augmentation du débit (RIF, *rate increase factor*) est le paramètre qui contrôle l'augmentation de la transmission cellulaire après réception d'une cellule RM. Il est attribué par le réseau;

- pour chaque cellule RM dans le sens aller, N_{RM} est le nombre maximal de cellules au débit (y compris cette cellule RM particulière) qu'une source de débit ABR peut envoyer.

Le présent protocole de signalisation achemine également les paramètres FRTT et TBE. Ces deux paramètres sont définis de la manière suivante:

- le temps d'aller-retour fixe (FRTT, *fixed round trip time*) est une estimation du temps minimal aller et retour pour la connexion. La valeur du temps FRTT est attribuée à une connexion et fournie à l'utilisateur. Cette valeur est une indication du réseau, non une garantie. L'attribution de cette valeur peut être réalisée par les procédures de gestion du réseau ou au moyen de la signalisation;
- l'ouverture transitoire du tampon (TBE, *transient buffer exposure*) est la limite, en termes de nombre de cellules envoyées avant le retour de la première cellule RM, que le réseau tente d'imposer à la source. Elle est attribuée par le réseau.

6.7.4 Modification dynamique des paramètres de trafic et format de cellule RM dans le cas de l'ABR

Les valeurs des paramètres dynamiques suivants sont déterminées par les éléments de réseau le long d'une connexion et sont communiquées à l'utilisateur de la capacité ABR par l'intermédiaire des cellules RM: débit cellulaire explicite (ECR, *explicit cell rate*), indication d'encombrement (CI) et non-augmentation (NI) et longueur de file d'attente (*queue length*). Le débit cellulaire autorisé (ACR, *allowed cell rate*) est le débit maximal autorisé que la source détermine à partir de la rétroaction susmentionnée du réseau. Ce débit ACR est compris entre le débit MCR(0) et le débit PCR(0+1).

NOTE – L'indication explicite d'encombrement vers l'avant peut être utilisée comme paramètre de rétroaction par l'application.

Le Tableau 3 donne le format de cellule RM pour la capacité de transfert ABR.

Tableau 3/I.371 – Format de la cellule RM prenant en charge la capacité ABR

Champ	Octet	Bit(s)	Codage
En-tête	1-5	Tous	Identique à la Rec. UIT-T I.361
Identificateur de protocole (Note 7)	6	Tous	1
Type de message: sens	7	8	(Note 1)
Type de message: indication de BECN	7	7	
Type de message: indication d'encombrement	7	6	(Note 2)
Type de message: pas d'augmentation	7	5	(Note 3)
Type de message: réservé	7	1-4	§ 8.1
Débit cellulaire explicite (ECR)	8-9	Tous	(Note 4)
Débit cellulaire actuel (CCR)	10-11	Tous	(Note 4)
Débit cellulaire minimal (MCR)	12-13	Tous	(Note 4)
Longueur de file d'attente	14-17	Tous	(Note 5)
Numéro de séquence	18-21	Tous	(Note 6)
Réservé	22-51	Tous	§ 8.1
Réservé	52	3-8	§ 8.1
CRC-10	52	1-2	
	53	Tous	

Tableau 3/I.371 – Format de la cellule RM prenant en charge la capacité ABR

NOTE 1 – Le bit de sens est égal à 0 pour les cellules RM dans le sens aller et égal à 1 pour les cellules RM dans le sens retour.

NOTE 2 – Le bit d'indication d'encombrement est égal à 1 pour indiquer l'encombrement et est égal à 0 dans le cas contraire.

NOTE 3 – Le bit de pas d'augmentation est égal à 1 pour indiquer l'interdiction d'augmentation de débit par la source et est égal à 0 dans le cas contraire.

NOTE 4 – Il s'agit d'un codage avec exposant à 5 bits et mantisse à 9 bits utilisé pour le débit cellulaire crête. Ce codage est explicité dans le § 6.7.4.1 ci-après.

NOTE 5 – Valeur entière. Le bit de plus faible poids est le bit 1 de l'octet 17.

NOTE 6 – Valeur entière. Le bit de plus faible poids est le bit 1 de l'octet 21.

NOTE 7 – Les connexions ABR et ABT utilisent leurs propres cellules RM avec un identificateur de protocole spécifié pour les besoins de la gestion du trafic (PID = 1 pour ABR, PID = 2 pour ABT/DT, PID = 3 pour ABT/IT). Toutes les autres cellules RM du même niveau (VPC ou VCC) avec un PID différent sont non conformes et peuvent être mises à l'écart à l'entrée d'un réseau ou au point auquel le traitement des premières cellules RM est effectué pour cette connexion dans le réseau.

6.7.4.1 Description détaillée des champs

Identificateur de protocole

Les cellules RM ABR sont identifiées par l'identificateur de protocole 1.

Type de message

Le champ "type de message" est un octet qui contient quatre champs à un seul bit plus quatre bits réservés. La signification des bits définis est la suivante:

sens (dir): ce bit distingue les cellules RM qui sont transmises d'une source (cellules "aller") vers une destination des cellules qui sont transmises d'une destination (cellules "retour") vers une source;

indication de BECN: ce bit distingue une cellule RM normale produite par une source et bouclée par la destination des cellules produites par un commutateur intermédiaire encombré ou une destination ABR. La notification BECN est mise à 1 dans la cellule RM BECN;

indication d'encombrement (CI): ce bit indique l'encombrement ou l'imminence d'un encombrement dans le sens aller;

pas d'augmentation (NI): ce bit, lorsqu'il est utilisé en association avec le bit CI, peut indiquer à la source qu'elle doit continuer à émettre avec le débit actuel, ce qui est souhaitable lorsque le réseau est dans un état stationnaire ou pour éviter les oscillations inutiles. En particulier, lorsque le bit CI = 0 et que le bit NI = 0, la source peut augmenter le débit d'émission et lorsque les bits CI = 0 et NI = 1, le débit cellulaire autorisé ne doit pas augmenter;

débit cellulaire explicite (ECR)

Ce champ est positionné par la source à une valeur qui est au plus le débit cellulaire crête négocié et peut être réduit par un commutateur intermédiaire pour indiquer à la source le débit cellulaire autorisé (ACR, *allowed cell rate*) au niveau de ce commutateur. La valeur ECR reçue par une source déterminera explicitement le débit cellulaire maximal de cette source. Ce champ est codé en valeur binaire à virgule flottante sur 14 bits qui est celui utilisé pour le débit cellulaire crête décrit au § 5.4.1.2, et qui utilise un exposant m à 5 bits et une mantisse k à 9 bits plus un champ nz à 1 bit décrit ci-après:

$$ECR = \left[2^m \cdot \left(1 + \frac{k}{512} \right) \right] \cdot nz \text{ cellules par seconde}$$

$$0 \leq m \leq 31 \text{ et } 0 \leq k \leq 511$$

$$nz = \{0,1\}$$

Les positions des bits dans un mot de 16 bits sont les suivantes: le bit de plus fort poids est réservé; le bit suivant contient la valeur de nz ; les cinq bits suivants ont la valeur de m et les neuf bits restants la valeur de k .

Débit cellulaire actuel (CCR)

Le champ CCR contient le débit cellulaire autorisé de la source qui était utilisé à l'instant où la cellule RM a été émise par la source. Les informations contenues dans ce champ peuvent être facultativement utilisées pour le calcul de la valeur du champ ECR (débit cellulaire explicite) décrit ci-dessus. Le champ CCR utilise le même codage et le même format que celui du champ ECR.

Débit cellulaire minimal (MCR)

Ce champ contient le débit cellulaire minimal qui est déterminé lors de l'établissement de la connexion. Les informations contenues dans ce champ peuvent être facultativement utilisées pour le calcul de la valeur du champ débit cellulaire explicite décrit ci-dessus. Le champ MCR utilise le même codage et le même format que le champ ECR.

Longueur de file d'attente

Le paramètre longueur de file d'attente est facultativement pris en charge par les éléments de réseau. Il représente le nombre maximal de cellules actuellement en file d'attente pour cette connexion parmi les divers éléments de réseau prenant en charge ce paramètre. Un élément de réseau donné est inscrit dans ce champ au maximum de la valeur actuelle du champ et du nombre de cellules de la connexion considérée mises en file d'attente dans cet élément de réseau. Il est mis à zéro par la source.

Si l'élément de réseau ne connaît pas le nombre de cellules de la connexion considérée mises en file d'attente dans le tampon donné de cet élément de réseau, l'élément de réseau ne modifie pas la valeur de ce champ.

Numéro de séquence

Une source ou une source virtuelle peut facultativement utiliser le champ numéro de séquence en incrémentant sa valeur par (modulo 2^{32}) dans chaque cellule RM suivante émise dans le sens aller. Si tel est le cas:

- le numéro de séquence est toujours présent dans les cellules RM;
- ce numéro est incrémenté de 1 dans les cellules RM aller par l'émetteur.

Une source qui n'utilise pas le champ SN positionne sa valeur sur 0.

Seule la source peut modifier le numéro de séquence.

Lorsque la destination construit une cellule RM retour à partir d'une cellule RM aller, le numéro de séquence est copié sans modification dans la cellule RM retour. Une cellule RM retour non produite à partir d'une cellule RM aller doit avoir un numéro de séquence égal à zéro et le bit BECN mis à 1.

6.7.5 Définition de conformité et garanties de QS pour le débit ABR

La définition de conformité s'applique au flux cellulaire constitué de cellules produites par l'utilisateur et de cellules RM au débit (CLP = 0), excluant les cellules RM BECN.

NOTE – Bien que les cellules RM avec le bit CLP = 0, y compris les cellules BECN, soient incluses dans le débit cellulaire autorisé courant (conformément au § 6.7.1), les cellules de notification BECN sont exclues

du flux vérifié par la définition de conformité. Il en découle que lorsque l'équipement émet des cellules de notification BECN comme partie du flux au débit cellulaire autorisé courant, ces cellules de notification BECN ne seront pas à l'origine d'une perte de conformité.

La conformité des cellules de notification BECN est déterminée d'un commun accord entre la source/les réseaux. Un élément de correction serait toujours en mesure de corriger le flux cellulaire composite avec le bit CLP = 0 en imposant des limites au débit corrigé.

Des cellules de données d'utilisateur hors débit (CLP = 1) sont non conformes. La définition de conformité des cellules RM hors débit (CLP = 1) n'est pas traitée dans la présente Recommandation.

Les concepts de conformité d'une connexion ABR et la conformité des cellules individuelles de cette connexion définissent les conditions dans lesquelles l'exploitant du réseau est chargé de prendre en charge les objectifs de QS pour la connexion. La conformité s'applique aux cellules lorsqu'elles sont vérifiées à leur arrivée à l'interface UNI ou l'interface interréseaux. Chaque cellule est alors conforme ou non conforme. En partie en se fondant sur le résultat de ce test de conformité, l'exploitant désignera une connexion comme étant conforme ou non conforme.

Si certaines cellules ne sont pas conformes à certains tests de conformité, le réseau peut considérer que la connexion n'est pas conforme (voir § 5.3.2). Si le réseau choisit de garantir la QS pour une connexion dont certaines cellules ne sont pas conformes, la QS de couche ATM est seulement assurée pour un volume de cellules qui est conforme aux tests de conformité. L'exploitant de réseau est chargé de définir précisément la conformité d'une connexion au débit ABR. Toute définition de conformité des connexions au débit ABR doivent considérer une connexion comme étant conforme lorsque toutes les cellules de cette connexion sont conformes et que toutes les cellules RM de cette connexion satisfont, le cas échéant, les prescriptions du mécanisme implémenté par le ou les exploitants de réseaux.

Pour les connexions conformes aux interfaces UNI ou interréseaux, la classe de QS convenue doit être prise en charge pour un nombre de cellules au moins égal au nombre de cellules conformes selon la définition de conformité.

Le réseau n'est pas tenu de respecter la classe de QS convenue pour les connexions non conformes.

Une source obtient des retours d'informations des cellules RM dans le sens retour. Les rétroactions peuvent comprendre des informations dans le champ du débit cellulaire explicite (ECR), dans le champ de longueur de file d'attente, dans le bit d'indication d'encombrement (CI), dans le bit de pas d'augmentation (NI) de chaque cellule RM dans le sens retour sur la connexion homologue dans le sens retour. Une source qui se comporterait de la manière décrite dans l'Appendice VII, serait conforme.

La vérification des valeurs dans les champs cellulaires des débits CCR et MCR ne fait pas partie de la définition de conformité.

Il est à noter que dans la capacité ABR, une source n'est pas tenue d'envoyer des cellules RM. Toutefois, si le réseau souhaite acheminer une rétroaction vers l'utilisateur en l'absence d'un flux de cellules RM produites par l'utilisateur dans le sens retour, il peut se servir de la capacité de produire lui-même des cellules RM (BECN) dans le sens retour (voir § 6.7.4.1).

6.7.5.1 Définitions des délais de débit ABR utilisés dans la définition de conformité

Il convient que l'algorithme qui définit la conformité à une interface tienne compte des délais entre l'instant où un nouveau débit est connu au niveau de l'interface et l'instant où des cellules émises par la source après qu'elle connaisse le nouveau débit arrivent à l'interface. Ces délais sont variables.

Les caractéristiques de trafic reçus au niveau de l'interface UNI ou interréseaux sur une connexion à débit ABR donnée dépendent sensiblement des délais entre cette interface et la source (ou la source virtuelle) produisant le trafic. Les délais les plus importants pour les caractéristiques d'un flux reçu

à l'interface sont définis par rapport aux temps de transmission de chaque cellule par la source de trafic. Il est à noter que la source peut avoir des cellules en file d'attente pour la transmission. La prochaine cellule à transmettre serait (de manière nominale) programmée pour une transmission conformément au réciproque du débit ACR courant. Il est possible qu'une cellule RM dans le sens retour arrive pendant le temps d'attente et détermine un nouveau débit ACR. Il est possible que la source maintienne l'instant de transmission programmé de la cellule de tête, ou qu'elle mette à jour l'instant de transmission programmé conformément au nouveau débit ACR. Dans le contexte de la définition de conformité, il est supposé que la source est libre de choisir la solution qui est à l'origine de l'instant de transmission le plus tôt. L'instant de transmission d'une cellule est ainsi appelé l'instant de transmission idéale (ITT, *ideal transmission time*) si la différence entre cet instant et l'instant de transmission de la cellule précédente sur la connexion est égale ou supérieure à la valeur la plus faible de:

- a) l'inverse du débit en vigueur immédiatement après l'instant de transmission de la première de ces deux cellules;
- b) l'inverse du débit en vigueur immédiatement avant l'instant de transmission de la deuxième de ces deux cellules.

L'instant de transmission de la première cellule sur la connexion est automatiquement un instant de transmission idéal.

Deux délais, t_1 et t_2 , sont particulièrement importants pour les caractéristiques de trafic d'une interface:

- le délai t_1 désigne le délai entre l'instant de transmission de la cellule par la source du trafic et la réception de cette cellule à l'interface en question.
- Le délai t_2 désigne la somme:
 - 1) le délai entre le départ à l'interface en question d'une cellule RM dans le sens retour sur la connexion dans le sens retour et l'arrivée de cette cellule RM à la source du trafic;
 - 2) le délai entre le prochain instant de transmission d'une cellule sur la connexion dans le sens aller (après réception de la cellule RM par la source du trafic) et l'arrivée de cette cellule à l'interface en question.

t_1 est donc le temps de transfert aller de la source à l'interface et t_2 le temps de rétroaction aller et retour entre l'interface et la source, en excluant le résidu de l'intervalle intercellule entre les instants de transmission successifs.

Les délais t_1 et t_2 varient au cours d'une session. τ_1 est une limite supérieure de la variation de t_1 et τ_2 et τ_3 sont les limites supérieures et inférieures de t_2 .

Les paramètres τ_1 , τ_2 et τ_3 sont spécifiés à l'interface donnée pour la connexion donnée. (Il est à noter que pour des questions de simplicité, τ_3 peut être déterminé comme étant zéro, avec toutefois comme conséquence une définition de conformité moins stricte.) La définition de conformité spécifiée au § 6.7.5.3 utilise ces paramètres, ainsi que les débits ACR déterminés par les cellules RM dans le sens retour sur la connexion homologue dans le sens retour.

6.7.5.2 Prescriptions de la définition de conformité du débit ABR

La définition de conformité du débit ABR doit satisfaire les contraintes de conception suivantes pour ce qui concerne les paramètres τ_1 , τ_2 et τ_3 tels que spécifiés pour la connexion et les délais t_1 et t_2 :

- 1) la définition de conformité doit identifier chaque cellule comme étant conforme ou comme étant non conforme;
- 2) la définition de conformité doit être vérifiable au niveau de l'interface;

- 3) lorsqu'un débit $MCR > 0$ a été négocié, la définition de conformité doit trouver toutes les cellules sur la connexion qui ont le bit $CLP = 0$ et qui ne sont pas des cellules de notification BECN conformes si ces cellules sont conformes à l'algorithme $GCRA(mcr^{-1}, \tau_1)$;
- 4) la définition de conformité utilisée à une interface doit seulement considérer une cellule comme non conforme si l'instant d'arrivée à l'interface de cette cellule et des cellules conformes précédentes sur la connexion ne peut pas être le résultat des instants de transmission idéaux d'une source ABR source, et que les délais t_1 et t_2 pour la connexion satisfont le paramètres $\tau_3 \leq t_2 \leq \tau_2$ et que $\max(t_1) - \min(t_1) \leq \tau_1$. En déterminant si une cellule est conforme, il peut être supposé que l'intervalle intercellule entre la cellule et la cellule précédente sur la connexion:
 - i) doit tenir compte des rétroactions acheminées dans les cellules RM dans le sens retour transmis par cette interface sur la connexion dans le sens retour plus de τ_2 avant la cellule précédente;
 - ii) ne doit pas tenir compte des rétroactions acheminées dans les cellules RM dans le sens retour transmis par cette interface sur la connexion dans le sens retour moins de τ_3 avant la cellule précédente.

6.7.5.3 Algorithme de conformité du débit ABR

6.7.5.3.1 Algorithme de débit cellulaire générique dynamique (DGCRA) pour le débit ABR

La définition de conformité est fondée sur l'algorithme GCRA dynamique. L'algorithme GCRA dynamique (DGCRA, *dynamic generic cell rate algorithm*) est une extension de l'algorithme GCRA défini dans l'Annexe A. L'algorithme DGCRA diffère de l'algorithme GCRA dans le fait que l'incrément T varie dans le temps, déterminé en fonction des rétroactions acheminées sur la connexion correspondante dans le sens du retour.

L'algorithme DGCRA vérifie la conformité des cellules avec le bit $CLP = 0$ sur la connexion ABR, en excluant les cellules RM BECN.

$T(k)$ désigne l'incrément qui s'applique à la k^e cellule sur la connexion vérifiée par l'algorithme DGCRA. La tolérance τ_1 , qui tient compte des gigues ou des rafales, est une constante qui ne dépend pas de k .

A l'instant d'arrivée $t_a(k)$ de la k^e cellule, l'algorithme DGCRA calcule en premier lieu $T(k)$ (voir § 6.7.5.3.2) et vérifie ensuite la conformité de la cellule et met à jour son propre dernier instant d'ordonnancement virtuel (LVST, *last virtual scheduling time*) de la manière suivante:

Initialisation:

$$LVST = t_a(1), T_{old} = T(1)$$

A chaque instant d'arrivée $t_a(k)$ de la cellule pour $k \geq 2$:

si: $t_a(k) \geq LVST + \min(T(k), T_{old}) - \tau_1$, # la cellule est conforme

déterminer alors $LVST = \max(t_a(k), LVST + \min(T(k), T_{old}))$

sinon: # la cellule est non conforme

ne pas mettre à jour l'état de l'algorithme.

$$T_{old} = T(k)$$

Dans le cas particulier où $T(k) = T$ (a constant) pour toutes les valeurs de k , l'algorithme ci-dessus est équivalent à l'algorithme $GCRA(T, \tau_1)$. Le terme " $\min(T(k), T_{old})$ " reflète l'option de la source de réordonnancer ou de ne pas réordonnancer la cellule de tête en file d'attente pour la transmission lorsqu'un nouveau retour d'informations est reçu.

Le choix de $T(k)$ de deux paramètres de délai supplémentaires τ_2 et τ_3 pour la connexion. L'intervalle $T(k)$ doit satisfaire aux contraintes que:

- $T(0)$ = le réciproque de la valeur initiale du débit ACR;
- $T(k) \geq \frac{1}{PCR}$ pour $k \geq 1$, où PCR est le débit cellulaire crête pour la connexion;
- si $MCR > 0$, $T(k) \leq \frac{1}{MCR}$ pour $k \geq 1$, où MCR est le débit cellulaire minimal pour la connexion;
- $T(k) \leq 1$ seconde pour $k \geq 1$.

La séquence $\{T(k), k \geq 1\}$ d'incrément, qui sont utilisés successivement aux instants d'arrivée $\{t_a(k), k \geq 1\}$ des cellules à l'interface, dépend des rétroactions dans la cellule RM dans le sens retour envoyée par l'interface aux instants de départ $\{t_b(j), j \geq 1\}$ sur la connexion dans le sens du retour (voir § 6.7.5.3.2). Chaque cellule RM dans le sens retour détermine un débit cellulaire autorisé qu'il serait possible d'appliquer à certaines cellules futures dans le sens aller.

La prise en compte d'autres événements importants pour la connexion n'est actuellement pas spécifiée.

Il est à noter qu'il est possible que ce nouveau débit ne soit en fait appliqué à aucune cellule dans le sens aller dans la mesure où il est possible qu'aucune cellule ne soit transmise pendant l'intervalle pendant lequel la définition de conformité utiliserait ce débit.

Ces débits calculés sont par conséquent appelés "débit cellulaire potentiel autorisé" (PACR, *potential allowed cell rate*). Si le débit PACR(j) est le débit cellulaire potentiel autorisé tel que déterminé à l'interface par la cellule RM dans le sens retour envoyée par l'interface à l'instant de départ $t_b(j)$.

Dans le mode 1 (mode en débit explicite), le champ ECR est le seul champ dans les cellules RM pertinentes dans le sens retour (voir § 6.7.5.3.2 pour la définition du jeu de cellules RM pertinentes dans le sens retour) qui est utilisé dans le calcul de $T(k)$. La conformité au mode 1 est spécifiée dans la présente Recommandation.

Dans le mode 2 (mode binaire), la détermination de $T(k)$ peut également utiliser les champs QueueLength, CI, et NI. Le mode 2 est à l'étude et peut dépendre de la future spécification du comportement de référence de source.

L'algorithme repousse les accroissements de mappage dans la séquence $\{PACR(j)\}$ en incréments $\{T(k)\}$ jusqu'après l'écoulement d'un délai τ_1 , et repousse les réductions de mappage dans $\{PACR(j)\}$ en $\{T(k)\}$ jusqu'après l'écoulement du délai τ_2 . Ceci tient compte du comportement d'une connexion qui nécessite au moins un temps τ_3 et au mieux un temps $\tau_2 > \tau_3$ pour affecter les modifications imposées en matière du débit auquel les cellules arrivent à l'interface.

6.7.5.3.2 Algorithme de détermination de $T(k)$ en mode explicite

Le présent paragraphe présente l'algorithme de référence pour déterminer la séquence d'incrément $\{T(k), k \geq 1\}$ pour le cas du mode en débit explicite. A l'instant d'arrivée de la k^e cellule à l'interface dans le sens aller à l'instant $t_a(k)$, l'algorithme détermine en premier lieu le débit cellulaire autorisé $ACR(k)$; $T(k)$ est ensuite déterminé comme étant égal au réciproque de $ACR(k)$. Dans le cas où le débit ACR est calculé comme étant une valeur inférieure à 1 cellule/s, $T(k)$ est mis à 1 s. Ainsi, même si le débit ACR est calculé comme étant < 1 cellule/s, l'algorithme est en mesure d'identifier toutes les cellules conformes si le débit n'est pas supérieur à 1 cellule/s. L'incrément de l'algorithme DGCRA à chaque arrivée de cellule dans le sens aller est ainsi déterminé.

Les valeurs de temps et de débit utilisés dans l'algorithme sont:

- $t_a(k)$ est l'instant d'arrivée de la k^e cellule dans le sens aller;

- $PACR(j)$ est le débit cellulaire potentiel autorisé tel que déterminé à l'interface par la cellule RM dans le sens retour envoyée par l'interface à l'instant de départ $t_b(j)$;
- ACR est la valeur d'un débit ACR auxiliaire variable calculé à $t_a(k)$.

Seules les valeurs $PACR(j)$ du champ ECR transportées dans des cellules RM pertinentes sont utilisées. Les cellules RM pertinentes sont les cellules RM dans le sens retour avec un contrôle CRC-10 correct dans le champ de code EDC (voir § 8.1) qui sont soit des cellules autres que de notification BECN, ou des cellules de notification BECN avec un débit ECR $< PACR(j-1)$ pour $j > 1$.

Initialisation: $t_a(0) = 0$.

A chaque instant d'arrivée $t_a(k)$ d'une cellule pour $k \geq 1$,

- a) si le jeu d'indices j de cellules RM dans le sens retour tel que $0 < t_b(j) \leq t_a(k) - \tau_2$ est non vide avec l'élément le plus grand j_{max} , alors:
 - mettre $ACR = PACR(j_{max})$,
 - sinon:
 - mettre $ACR = IACR$;
- b) si le jeu d'indices j de cellules RM dans le sens retour tel que $t_a(k) - \tau_2 < t_b(j) \leq t_a(k) - \tau_3$ est non vide, alors:
 - mettre $ACR = \max(ACR, PACR_{max})$, où $PACR_{max}$ est le plus grand débit cellulaire explicite $PACR(j)$ pour j dans le jeu;
- c) $ACR = \max(ACR, MCR)$; $ACR = \min(ACR, PCR)$;
- d) si $ACR > 1$ cellule/s, alors $T(k) = 1/ACR$; sinon $T(k) = 1$ s.

Clarification de l'algorithme

La modification de débit déclenchée par une cellule RM dans le sens retour partant de l'interface (sur la connexion dans le sens retour) à un instant t_b peut être observée à un instant ultérieur t_a tel que $t_b + \tau_3 < t_a < t_b + \tau_2$.

Si une cellule arrive sur la connexion dans le sens aller à un instant t_a , il est possible de tirer la conclusion suivante:

- a) la modification de débit due aux cellules dans le sens retour qui sont passées aux instants t_b tels que $t_a \geq t_b + \tau_2$ auront eu lieu à l'interface à l'instant t_a . En l'absence de telles cellules RM, la plus récente est sélectionnée avec l'indice j_{max} et le débit cellulaire potentiel autorisé ($PACR$, *potential allowed cell rate*) correspondant est utilisé. En l'absence de telles cellules RM dans le sens retour, la valeur initiale du débit cellulaire autorisé est utilisée. Ceci est reflété dans la partie a) de l'algorithme;
- b) des cellules RM dans le sens retour qui sont passées aux instants t_b tels que $t_b + \tau_3 < t_a < t_b + \tau_2$ peuvent également avoir une incidence sur le débit à l'instant t_a . Pour plus de sûreté, le débit le plus élevé est choisi. Sélectionner ensuite la valeur la plus élevée de cette opération et le résultat de la première étape. Ceci est reflété dans la partie b) de l'algorithme;
- c) la valeur qui en résulte s'inscrit en règle générale entre le débit MCR et le débit PCR;
- d) finalement, si le débit $ACR > 1$ cellule/s, alors $T(k)$ est déterminé pour être le réciproque du débit ACR ; sinon $T(k)$ est mis à 1 seconde.

NOTE – Cet algorithme peut nécessiter d'enregistrer un nombre plus important de valeurs de débit PACR dans son implémentation. Un calcul approximatif est possible avec une implémentation moins compliquée et moins stricte en enregistrant un nombre inférieur de valeurs de débit PACR. L'Appendice VIII propose un algorithme qui limite le nombre de débits PACR enregistrés à 2 et qui est toujours moins stricte que l'algorithme de conformité ABR.

Aspects QS

Les garanties de QS pour le débit ABR s'expriment en termes de débit CLR pour les cellules $CLP = 0$. Il n'y a pas de garanties sur la variation CDV ou sur le temps de transfert des cellules.

Pour un utilisateur dont le trafic est conforme à la définition de conformité ci-dessus, la garantie de QS sur le taux de perte de cellules est applicable. L'utilisateur peut notamment transmettre au débit MCR et bénéficier en permanence de la garantie de QS.

Les garanties en matière de QS s'appliquent aux cellules générées par l'utilisateur avec le bit $CLP = 0$ et la conformité est en outre vérifiée sur les flux cellulaires composites générés par l'utilisateur avec le bit $CLP = 0$. Toutefois, pour les cellules RM d'utilisateur avec le bit $CLP = 0$, on admet qu'il puisse exister des limites techniques quant à la quantité de ces RM pouvant être traitées par un élément de réseau donné.

Capacité ABR sans utiliser la définition de conformité

La capacité ABR peut également être utilisée dans un mode dans lequel la définition de conformité du présent paragraphe n'est pas utilisée. Dans ce mode, des indications de QS supposant le comportement de référence de source, de destination, d'élément de réseau peuvent être fournies (ce point est à l'étude). Dans ce mode, le réseau peut obtenir des indications de QS relatives au taux de perte de cellules au moyen de règles d'ingénierie du trafic et d'exploitation pertinentes.

Même lorsque la définition de conformité du présent paragraphe n'est pas utilisée, l'opérateur de réseau peut toujours donner une rétroaction conformément à la politique d'attribution définie et peut imposer l'attribution de ressources selon des règles propres au réseau.

6.8 Capacité de transfert ATM à débit de trame garanti

Les caractéristiques de trafic de certains utilisateurs font qu'il est difficile de déterminer les paramètres de trafic qu'exigent les capacités existantes de transfert ATM. Ces utilisateurs ne sont souvent pas en mesure de réagir aux actions explicites en retour du réseau ATM. En outre, les données des utilisateurs sont souvent structurées en trames et peuvent tolérer des pertes. Pour de telles sources de données, il peut être suffisant de prendre un engagement concernant la faible perte de cellules qui s'applique au débit cellulaire minimal et de compter sur le fait que certaines trames entraînant le dépassement du débit cellulaire minimal seront acheminées. Pour la prise en charge d'un tel trafic dans un réseau ATM, on définit une capacité de transfert ATM qu'on nomme débit de trame garanti (GFR, *guaranteed frame rate*).

6.8.1 Définition et modèle de service

La capacité de transfert ATM à débit de trame garanti (GFR) est destinée à prendre en charge des applications différées. La capacité ATC à débit GFR nécessite que les cellules de données de l'utilisateur soient structurées en trames qui sont découpées au niveau de la couche ATM. Le débit GFR s'applique aux connexions ATM où les trames sont découpées à l'aide des indications d'utilisateur ATM à utilisateur ATM (AUU, *ATM user to ATM user indication*). Les autres méthodes de découpage, par exemple celle qui emploie des cellules de gestion des ressources (RM), doivent encore faire l'objet d'un complément d'étude. La capacité ATC à débit GFR ne s'applique qu'aux connexions de voies virtuelles (VCC, *virtuel channel connection*), parce que les indications AUU ne permettent pas un découpage fiable en trames au niveau de la sous-couche du conduit virtuel (VP, *virtual path*).

En ce qui concerne la capacité ATC à débit GFR, l'utilisateur peut envoyer une trame non marquée ou marquée. En la marquant, l'utilisateur indique que cette trame est moins importante qu'une trame non marquée de cette connexion à débit GFR particulière. Toutes les cellules d'une trame non marquée ont des bits $CLP = 0$, tandis que celles d'une trame marquée ont des bits $CLP = 1$. La valeur des bits CLP de toutes les cellules des trames qui sont envoyées par l'utilisateur doit être la

même. Les engagements relatifs à la qualité de service QS ne s'appliquent pas aux cellules des trames dont les bits CLP ont diverses valeurs ni aux cellules des trames marquées.

Pour la capacité ATC à débit GFR, on emploie, outre le débit cellulaire minimal (MCR), une taille maximale donnée des trames (MFS) et une taille maximale donnée des rafales (MBS). Ces tailles s'expriment toutes deux en fonction du nombre de cellules. Les engagements relatifs à la qualité de service QS ne s'appliquent que si le débit MCR est supérieur à zéro. La prise en charge par la capacité ATC à débit GFR de débits MCR supérieurs à zéro est une option du réseau.

Outre le débit MCR et les tailles MBS et MFS, on définit pour la capacité ATC à débit GFR un débit PCR des cellules qui sont produites par l'utilisateur et ont des bits CLP = 0 + 1. Le débit PCR est toujours supérieur au débit MCR.

Les deux exemples suivants décrivent les engagements qui pourront être pris envers l'utilisateur d'une connexion à débit GFR:

- si le débit MCR est supérieur à zéro et si l'utilisateur envoie des trames non marquées dont la taille ne dépasse pas la taille maximale des trames et dont le débit est constant et inférieur ou égal au débit MCR, alors l'engagement consiste à acheminer l'ensemble de ces trames à travers le réseau conformément à la classe de qualité de service QS;
- si le débit MCR est supérieur à zéro et si l'utilisateur envoie des trames non marquées dont la taille ne dépasse pas la taille maximale des trames, s'il n'a pas envoyé de cellules depuis longtemps et s'il les envoie sous la forme d'une rafale dont la longueur ne dépasse pas la taille maximale des rafales et dont le débit ne dépasse pas le débit PCR, alors l'engagement consiste à acheminer l'ensemble de ces trames à travers le réseau conformément à la classe de qualité de service QS.

La capacité ATC à débit GFR permet également à l'utilisateur de procéder à des envois même si le débit négocié MCR est dépassé. Mais ce trafic ne sera assuré que dans les limites des ressources disponibles.

La capacité ATC à débit GFR ne donne pas d'informations de couche ATM explicites en retour à la source en ce qui concerne le degré effectif d'encombrement du réseau. Au lieu de cela, le degré d'encombrement est déduit par les protocoles de couches plus élevées à partir de l'acheminement ou de la mise à l'écart des trames de la connexion. Les cellules de gestion RM de voies virtuelles (VC, *virtual channel*) d'une connexion VCC ne sont pas utilisées pour assurer le débit GFR; toutefois, si de telles cellules étaient encore présentes dans la connexion, elles seraient considérées comme faisant partie du flux de cellules de données de l'utilisateur. La présente version du débit GFR ne prend pas en charge des cellules d'exploitation et de maintenance (OAM, *operation and maintenance*) pour la surveillance de la performance d'une connexion à débit GFR. Voir l'Appendice XIV sur la prise en charge de l'exploitation et de la maintenance pour des connexions à débit de trame garanti.

Le modèle de service distingue les trames dont toutes les cellules sont conformes de celles dont toutes les cellules ne le sont pas. La conformité des cellules GFR est définie au § 6.8.3.1.

- Pour une trame dont toutes les cellules sont conformes, le réseau tentera soit d'acheminer toutes les cellules, soit de n'en acheminer aucune. Toutefois, si le réseau n'achemine qu'une partie d'une telle trame, il tentera d'acheminer également la dernière cellule de cette trame. Pour les trames dont toutes les cellules sont conformes, le taux du nombre de cellules des trames partiellement acheminées au nombre de cellules de l'ensemble de ces trames ne doit pas être supérieur au nombre de cellules de la taille MFS fois le taux de perte de cellules (CLR, *cell loss ratio*) assuré par la classe 2 de qualité de service QS, quelle que soit la classe qui est associée à la connexion.

NOTE – L'Australie émet des réserves sur le plan technique quant au modèle de service à débit GFR. Ces réserves reflètent la position de l'Australie qui est d'avis que le débit GFR doit acheminer

des trames partielles avec une probabilité qui ne dépasse pas le taux CLR associé à la classe 1 de qualité de service QS.

- Pour une trame dont toutes les cellules ne sont pas conformes, il n'y a pas d'engagement ou de prévision en matière d'acheminement de la trame par le réseau. Toutefois, si le réseau achemine une partie d'une telle trame, il doit tenter d'acheminer également la dernière cellule de cette trame.

Il existe deux variantes de débit GFR, le débit GFR1 et le débit GFR2. Ils diffèrent dans la manière dont ils traitent les bits CLP des trames non conformes:

- GFR1: le réseau achemine le bit CLP de manière transparente. L'étiquetage ne peut pas s'appliquer.
- GFR2: le réseau peut étiqueter les trames, en étiquetant toutes les cellules d'une trame qui ne satisfait pas à l'épreuve pour les trames de l'algorithme F-GCRA (voir § 6.8.3.2).

6.8.2 Descripteur du trafic source et tolérance en matière de variation du temps de propagation des cellules

L'utilisateur et le réseau conviennent d'un descripteur du trafic source dont les paramètres de trafic sont les suivants:

- un débit cellulaire crête PCR(0+1) pour les cellules produites par l'utilisateur ayant des bits CLP = 0 + 1 et la tolérance $\tau_{PCR}(0+1)$ associée en matière de variation du temps de propagation de cellules (CDV, *cell delay variation*);
- un débit cellulaire minimal MCR(0) pour les cellules produites par l'utilisateur ayant des bits CLP = 0 et la tolérance $\tau_{MCR}(0)$ associée en matière de variation CDV. Si le débit MCR est supérieur à zéro, son niveau, les événements de base et le codage sont identiques à ceux du débit PCR (voir § 5.4.1);
- une taille maximale des trames MFS(0+1) exprimée en fonction du nombre de cellules;
- une taille maximale des rafales MBS(0) pour les cellules produites par l'utilisateur ayant des bits CLP = 0, exprimée en fonction du nombre de cellules. La taille MBS doit être supérieure ou égale à la taille MFS.

Toutes les valeurs ci-dessus peuvent soit être acheminées au moyen de la signalisation, soit être attribuées par abonnement.

En choisissant des valeurs pour le descripteur de trafic et les tolérances de variation CDV, il faut tenir compte du phénomène qui est décrit au § 6.8.3.3 sous le titre de "Choix des paramètres pour le débit minimal".

6.8.3 Définition de la conformité et engagements relatifs à la qualité de service

6.8.3.1 Conformité des cellules

Une cellule GFR produite par l'utilisateur est conforme si les trois conditions suivantes sont satisfaites simultanément:

- la cellule satisfait à l'épreuve de l'algorithme GCRA(1/PCR, τ_{PCR}) pour les cellules de bits CLP = 0 + 1;
- soit la cellule est la dernière cellule de la trame, soit elle est telle que le nombre de cellules dans cette trame jusqu'à elle et elle comprise est inférieur à la taille MFS;
- le bit CLP de la cellule a la même valeur que le bit CLP de la première cellule de la trame.

Toutes les cellules sont soumises à l'épreuve de l'algorithme GCRA et celui-ci est mis à jour (en augmentant de $T = 1/PCR$) lorsque la cellule satisfait à l'épreuve de l'algorithme GCRA(1/PCR, τ_{PCR}).

Voir le paragraphe 6.8.3.4 en ce qui concerne les commandes de paramètre d'utilisation et de réseau.

6.8.3.2 Conformité des trames et algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames (T, τ)

Le présent paragraphe définit la conformité des trames pour les débits GFR1 et GFR2. Une trame est conforme si toutes les cellules de cette trame sont conformes (voir § 6.8.3.1) et si elle-même est conforme à l'algorithme F-GCRA(T, τ) décrit ci-après.

L'algorithme F-GCRA emploie la valeur négociée de débit de cellule $1/T$, en supposant qu'une tolérance τ est admise.

Les variables de l'algorithme F-GCRA sont les suivantes:

- t_a qui représente le temps d'arrivée de la dernière cellule à une interface normalisée.
- X qui représente la valeur du compteur à fuite, comme dans l'algorithme du compteur à fuite à débit continu.
- LIT qui représente le temps du dernier incrément (LIT , *last incrementing time*).
- X_1 et LIT_1 qui représentent les valeurs des paramètres X et LIT à la fin de la dernière trame dont la première cellule était une cellule de bit $CLP = 0$. Les paramètres LIT_1 et X_1 sont utilisés de manière que l'algorithme F-GCRA n'est pas mis à jour pour une trame ayant des bits $CLP = 0$, dont les cellules sont conformes, mais qui n'a pas satisfait à l'épreuve relative à la trame. Il est mis à jour pour toutes les autres trames qui débutent par une cellule de bit $CLP = 0$.
- $Frame_test_passed$ qui représente une variable particulière de la connexion dans laquelle est enregistré le résultat de l'épreuve relative à la trame.
- $Frame_tagging$ qui représente une variable particulière de la connexion qui n'est utilisée que pour le débit GFR2. Elle permet l'enregistrement de l'état d'étiquetage de la trame. Si l'étiquetage des trames est implémenté pour le débit GFR, alors l'information concernant l'état peut être utilisée pour faire passer la valeur du bit CLP de 0 à 1.
- X' qui est une variable auxiliaire.

Initialisation des variables de l'algorithme F-GCRA:

- au moment de l'arrivée t_a de la première cellule de la connexion au niveau de l'interface donnée, $X = X_1 = 0$ et $LIT = LIT_1 = t_a$;
- les valeurs initiales des variables $frame_test_passed$ et $frame_tagging$ sont sans intérêt.

L'algorithme F-GCRA est défini comme suit:

Il est constitué de trois parties, la première étant exécutée avant la deuxième et la deuxième avant la troisième.

1^{ère} partie: à l'arrivée de la *première* cellule d'une trame à une interface T_{LB} ou une interface interréseau donnée, dans une connexion ATM.

GFR1

```

if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false
      else frame_test_passed = true

```

GFR2

```

if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false;
  frame_tagging = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false;
      frame_tagging = true
      else frame_test_passed = true;
      frame_tagging = false

```

2^e partie: à l'arrivée de *chaque* cellule d'une trame dont la première cellule était une cellule de bit CLP = 0:

GFR1 and GFR2

```

 $X' = X - (t_a - LIT)$ 
 $X = \max(0, X') + T$ 
 $LIT = t_a$ 

```

3^e partie: à l'arrivée de la *dernière* cellule d'une trame dont la première cellule était une cellule de bit CLP = 0:

GFR1 and GFR2

```

if (frame contained a non-conforming cell) or (frame_test_passed = true)
  then  $X_{-1} = X$ ;  $LIT_{-1} = LIT$ 
  else  $X = X_{-1}$ ;  $LIT = LIT_{-1}$ 

```

NOTE – Le lecteur est prié de se reporter à l'Appendice XI qui porte sur un algorithme nommé algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames de cellules conformes (CF-GCRA, *conforming cell frame based generic cell rate algorithm*). Cet algorithme d'épreuve de conformité des trames est moins précis que l'algorithme F-GCRA, mais pourrait servir de base pour les implémentations simples, à condition qu'il soit attribué aux tolérances des valeurs suffisamment grandes.

6.8.3.3 Engagements relatifs à la qualité de service

Les engagements relatifs à la qualité de service QS sont les mêmes pour les débits GFR1 et GFR2.

Les engagements relatifs à la qualité de service QS ne s'appliquent qu'aux connexions dont le débit MCR est supérieur à zéro. Il est donc supposé dans ce qui suit que le débit MCR est supérieur à zéro. Il n'existe pas d'engagement en matière de variation CDV ou de temps de propagation des cellules.

La capacité ATC à débit GFR permet de prendre un engagement relatif à la qualité de service QS en matière de taux de perte de cellules conformément à la classe de qualité de service QS associée pour le nombre de cellules des trames conformes (voir § 6.8.3.2), lorsque l'algorithme F-GCRA(T, τ) est appliqué au niveau d'une interface normalisée avec les paramètres $T = 1/MCR$ et $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$, où $\tau_{IBT} = (MBS - 1) \cdot (1/MCR - 1/PCR)$.

Engagements supplémentaires relatifs à la procédure

Outre les engagements relatifs à la qualité de service QS, la capacité ATC à débit GFR prévoit l'engagement de procédure consistant, lorsque les ressources disponibles sont suffisantes, à acheminer certaines trames de bits CLP = 0 dont toutes les cellules sont conformes mais qui n'ont pas satisfait à l'épreuve de l'algorithme F-GCRA, et certaines trames de bits CLP = 1 dont toutes les cellules sont conformes. Afin d'acheminer ces trames en plus de celles qui le sont dans le cadre des engagements relatifs à la qualité de service QS, on applique une stratégie propre au réseau dans le but d'attribuer une partie des ressources disponibles à chacune des connexions à débit GFR

concernées. Les stratégies propres au réseau ne sont pas visées par la normalisation. Selon une telle stratégie, le réseau pourrait par exemple tenir compte de l'état des bits CLP des trames en ignorant les trames de bits CLP = 1 et en donnant la préférence aux trames de bits CLP = 0 de cette connexion à débit GFR particulière.

Il n'existe pas d'engagement concernant les trames dont toutes les cellules ne sont pas conformes et le réseau est autorisé à mettre à l'écart toute cellule de ces trames. Toutefois, lorsque le réseau achemine une partie d'une telle trame, il doit tenter d'acheminer également la dernière cellule de cette trame. Si certaines cellules d'une connexion à débit GFR sont non conformes, le réseau peut considérer que la connexion est non conforme, voir § 5.3.2.

Choix des paramètres pour le débit minimal

L'algorithme F-GCRA peut donner lieu à un phénomène analogue à celui qui est décrit à l'Appendice III en ce qui concerne l'algorithme GCRA. Dans certaines conditions, lorsque des trames de bits CLP = 0 dont toutes les cellules sont conformes sont soumises à l'algorithme F-GCRA($1/MCR, \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$) en ayant un débit cellulaire supérieur au débit MCR, le débit cellulaire des *trames conformes* peut être inférieur au débit MCR. On peut montrer que ce phénomène ne se produit pas lorsque la relation suivante est vérifiée: $\tau_{IBT} + \tau_{MCR} \geq MFS/MCR$.

6.8.3.4 Commandes de paramètre d'utilisation et de réseau

Pendant la durée de la connexion, la conformité des cellules peut être vérifiée de manière continue dans le réseau au moyen de mécanismes statiques de commande de paramètre d'utilisation et de réseau (UPC/NPC, *usage parameter control/network parameter control*), dans le cas où ces mécanismes existent (voir § 7.2.3). La définition de la conformité n'implique pas une exécution particulière des commandes UPC/NPC.

Dans le cas d'une trame dont les cellules ne sont pas toutes conformes, le réseau est autorisé à mettre à l'écart des cellules quelconques de la trame, par exemple à ignorer des cellules isolées ou la queue de la trame. Pour une trame dont toutes les cellules sont conformes sauf la dernière, il peut être préférable de conserver la dernière cellule et de mettre à jour l'algorithme GCRA, même si cette cellule n'a pas satisfait à l'épreuve de l'algorithme GCRA($1/PCR, \tau_{PCR}$).

7 Fonctions de gestion du trafic et de gestion des encombrements

7.1 Introduction

Les fonctions génériques de gestion du trafic et de gestion des encombrements sont respectivement définies comme l'ensemble des actions exécutées par le réseau dans tous les éléments du réseau en cause pour éviter l'apparition d'encombrements, pour minimiser leurs effets et éviter leur propagation.

Dans les conditions normales de fonctionnement, c'est-à-dire en l'absence de toute défaillance du réseau, les fonctions regroupées dans la présente Recommandation sous le vocable de fonctions de gestion de trafic ont pour objet d'éviter les encombrements.

Toutefois, un encombrement peut survenir par exemple en raison d'un dysfonctionnement des fonctions de gestion du trafic résultant des fluctuations statistiques imprévisibles des flux de trafic ou des défaillances du réseau. C'est pourquoi des fonctions additionnelles, appelées dans la présente Recommandation fonctions de gestion des encombrements, ont pour objet de réagir à une situation d'encombrement afin d'en minimiser l'intensité, l'étendue et la durée.

7.1.1 Fonctions de gestion du trafic et de gestion des encombrements

On utilisera dans le RNIS-LB une série de fonctions de gestion du trafic et des encombrements qui ont pour but de maintenir la qualité de service (QS) des connexions ATM.

Les fonctions suivantes sont décrites dans la présente Recommandation.

Fonctions de gestion du trafic

- i) gestion des ressources du réseau (§ 7.2.1);
- ii) contrôle d'admission de connexion (§ 7.2.2);
- iii) contrôle des paramètres d'utilisation/de réseau (§ 7.2.3);
- iv) contrôle des priorités de mise à l'écart (§ 7.2.4);
- v) mise à l'écart de trame (§ 7.2.5);
- vi) contrôle de programmation (§ 7.2.6);
- vii) conformation du trafic (§ 7.2.7);
- viii) gestion rapide des ressources (§ 7.2.8);

Fonctions de gestion des encombrements

- ix) contrôle des priorités de mise à l'écart (§ 7.3.1);
- x) indication d'encombrement explicite vers l'avant (§ 7.3.2);
- xi) mise à l'écart de trame (§ 7.3.4);
- xii) contrôle de programmation (§ 7.3.5);

D'autres fonctions de gestion pourront être utilisées. Certaines fonctions, peut-être utiles, nécessitant un complément d'étude pour en fixer les détails, sont:

- xiii) le contrôle d'admission de connexion qui réagit en fonction de la charge de trafic mesurée du réseau;
- xiv) la modification par le réseau des paramètres surveillés d'utilisation. Par exemple la réduction des ressources du réseau (par exemple le débit cellulaire autorisé) disponible pour l'utilisateur (comme par exemple dans le débit ABR ou en utilisant le contrôle GFC tel que décrit dans la Rec. UIT-T I.361).

Les autres fonctions de gestion du trafic (par exemple reroutage, libération de la connexion, fonctions OAM) feront l'objet d'un complément d'étude.

L'effet de l'utilisation de ces fonctions additionnelles sur la normalisation (par exemple, l'effet sur la gestion de couche ATM, sur la signalisation utilisateur-réseau et sur le plan de commande) appelle un complément d'étude.

On peut obtenir sur les connexions ATM différents niveaux de garanties en matière de QS par des dispositions appropriées au niveau du routage, de la conformation du trafic, de la gestion des priorités de mise à l'écart et de l'affectation des ressources.

7.2 Fonctions de gestion du trafic

7.2.1 Utilisation des conduits virtuels dans le cadre de la gestion des ressources du réseau

Les conduits virtuels forment une composante importante de la gestion du trafic et de la gestion des ressources sur le RNIS à large bande. En ce qui concerne la gestion du trafic, on peut utiliser les connexions par conduits virtuels (VPC):

- pour simplifier le contrôle CAC;
- pour implémenter une forme de gestion des priorités par séparation des types de trafics nécessitant des QS différentes;
- pour distribuer efficacement les messages relatifs à la mise en œuvre des schémas de gestion du trafic (par exemple pour indiquer l'encombrement dans le réseau en diffusant un message unique à toutes les connexions par voie virtuelle (VCC) composant une connexion VPC);

- pour regrouper en un seul ensemble composite les services utilisateur-utilisateur de manière telle que les commandes UPC/NPC puissent être appliquées globalement au trafic composite;
- pour regrouper en un seul ensemble composite les capacités du réseau de manière telle que la commande NPC puisse être appliquée globalement au trafic composite.

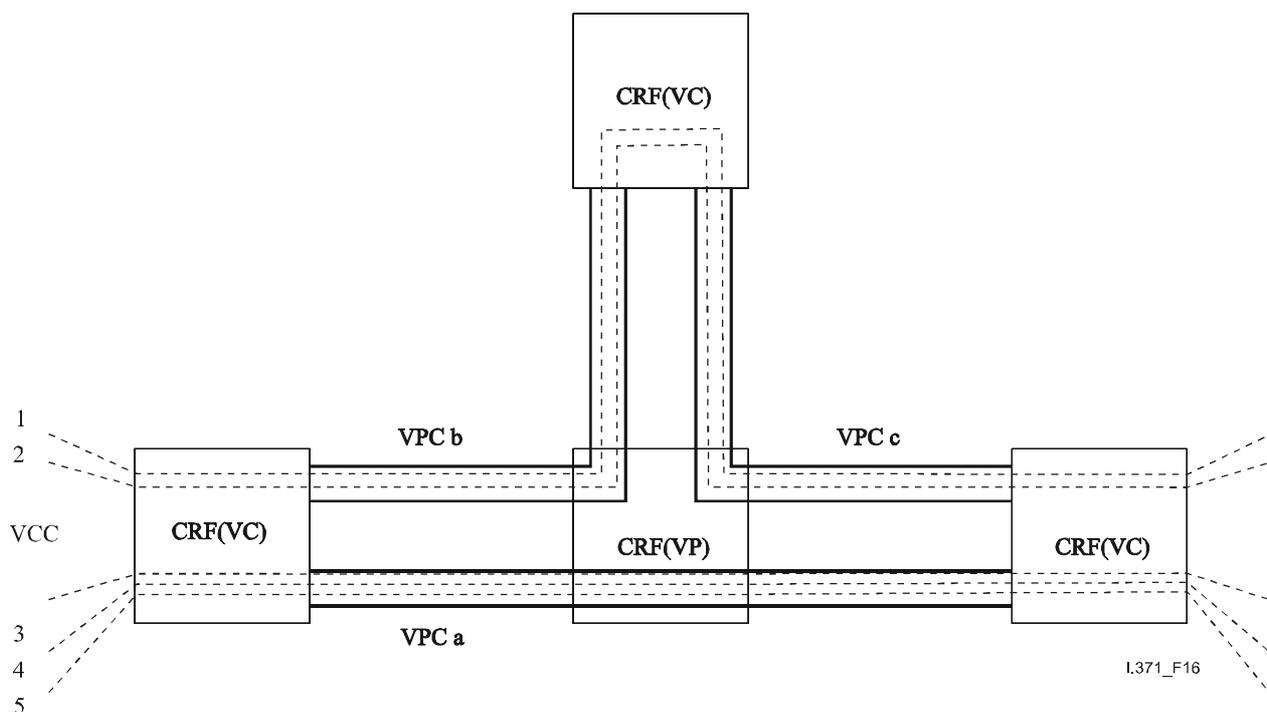
Les connexions VPC ont également un rôle clé dans la gestion des ressources du réseau. Le fait de réserver une certaine capacité sur les connexions VPC réduit le traitement nécessaire à l'établissement des connexions VCC individuelles. Celles-ci peuvent être établies en prenant de simples décisions d'admission de connexions aux nœuds de terminaison des connexions VPC. Les stratégies relatives à la réservation de capacité sur les connexions VPC seront déterminées par un compromis entre l'augmentation du coût afférent au surcroît de capacité et la réduction du coût de gestion. Le choix de ces stratégies est du ressort de l'exploitant du réseau.

La performance du réseau entre entités homologues sur une connexion VCC donnée dépend de la performance des connexions VPC consécutives empruntées par cette connexion VCC et de la manière dont cette dernière est traitée par les fonctions relatives aux connexions par voies virtuelles CRF(VC) (par exemple dans le cas d'un multiplexeur de voies virtuelles, voir Figure 16).

Lorsqu'ils sont traités d'une manière identique par les fonctions relatives aux connexions, les voies virtuelles, empruntant la même suite de conduits virtuels, auront des performances probables identiques, par exemple en termes de taux de perte de cellules de temps de propagation de cellules et de variation de temps de propagation des cellules sur la route en question.

Inversement, lorsque les connexions VCC d'une même connexion VPC requièrent différentes QS, l'objectif de performance de la connexion VPC doit être fixé en fonction de la connexion VCC transportée la plus exigeante.

La gestion de l'admission des appels peut combiner le routage commun et la gestion des priorités par l'attribut CLP pour des services qui requièrent un certain nombre de voies virtuelles à faible délai différentiel et avec différents taux de perte de cellules (services multimédias par exemple).



CRF (VC), CRF (VP) fonction relative aux connexions par voies virtuelles (VC) ou par conduits virtuels (VP)
VCC connexions par voies virtuelles
VPC connexions par conduits virtuels

NOTE 1 – La performance du réseau des connexions VCC 1 et 2 dépend de la performance du réseau pour les connexions VPC b et c et de la manière dont ces connexions VCC sont traitées par les fonctions CRF(VC). Elle peut être différente de la performance du réseau présentée par les connexions VCC 3, 4 et 5, ne serait-ce qu'en raison des différentes performances du réseau offertes par les connexions VPC.

NOTE 2 – La performance du réseau pour chacune des connexions VCC 3, 4 et 5 est voisine en termes de temps de propagation des cellules et de variation de ce temps si elles sont traitées de manière identique par les fonctions relatives aux connexions CRF(VC) tout en offrant deux taux différents de perte de cellules par l'utilisation du bit CLP.

NOTE 3 – Sur une connexion VPC utilisateur à utilisateur, la QS présentée par chacune des connexions VCC dépend des capacités de traitement de trafic des équipements d'abonné.

Figure 16/I.371 – Mappage des taux de perte de cellules entre connexions par voies virtuelles et connexions par conduits virtuels

Les applications des conduits VPC sont décrites dans la Rec. UIT-T I.311, à savoir:

- Cas A l'application utilisateur-utilisateur: la connexion VPC relie deux points de référence T_{LB} ;
- Cas B l'application utilisateur-réseau: la connexion VPC relie un point de référence T_{LB} à un nœud du réseau;
- Cas C l'application interréseaux: la connexion VPC relie deux nœuds du réseau.

Elles sous-entendent que:

dans le cas A: étant donné que le réseau ne connaît pas la QS des connexions VCC de la connexion VPC, l'utilisateur a la responsabilité de déterminer la QS nécessaire à la connexion VPC compte tenu des capacités du réseau.

Dans les cas B et C: le réseau connaît la QS des connexions VCC empruntant la connexion VPC et doit en tenir compte. La détermination des tolérances en matière de variation CDV appelle un complément d'étude.

Le multiplexage statistique des liaisons par voies virtuelles à l'intérieur d'une connexion VPC où la somme des débits cellulaires crête de toutes les liaisons par voies virtuelles peut dépasser celle de la connexion par conduits virtuels n'est possible que si toutes les liaisons par voies virtuelles faisant partie de la connexion par conduits virtuels peuvent accepter la QS qui résulte de ce multiplexage statistique.

En conséquence, il est possible, lorsque c'est l'exploitant du réseau qui effectue le multiplexage statistique des liaisons par voies virtuelles, d'utiliser différentes connexions par conduits virtuels pour séparer les différents trafics et éviter ainsi le multiplexage statistique de trafics de types différents. Cette ségrégation sous-entend la possibilité de devoir recourir à plusieurs connexions par conduits virtuels entre les paires de points d'origine et de destination du réseau pour offrir une gamme complète de QS entre ces points.

7.2.2 Contrôle d'admission de connexion

Le contrôle d'admission de connexion est défini comme étant l'ensemble des actions exécutées par le réseau au cours de la phase d'établissement de l'appel (ou de la phase de renégociation) afin d'établir si une connexion par voies virtuelles ou une connexion par conduits virtuels est acceptée ou rejetée.

Dans le RNIS à large bande, un appel peut impliquer plusieurs connexions simultanées (lorsqu'il s'agit, par exemple, de services multimédias ou de services à plusieurs correspondants tels la visiophonie ou la visioconférence). Dans ce cas, les procédures de contrôle d'admission de connexion doivent être appliquées pour chaque connexion par voie ou par conduit virtuel.

L'utilisateur négocie avec le réseau les caractéristiques de trafic des connexions ATM au cours de la phase d'établissement en utilisant les procédures de signalisation ou de gestion du réseau. Ces caractéristiques peuvent être renégociées par les mêmes moyens, à la demande de l'utilisateur, à tout moment, tant que dure la connexion. Le réseau peut limiter la fréquence de ces renégociations. Ce point est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Dans le cas d'un service permanent ou réservé (utilisant par exemple une connexion par voie ou conduit virtuel permanent), les caractéristiques de trafic sont indiquées ou renégociées au moyen d'une procédure appropriée, hors ligne (par exemple lors de la souscription de l'abonnement) ou en ligne par l'intermédiaire de la gestion du trafic.

En fonction de la capacité ATC choisie (voir § 6), les modifications dynamiques des caractéristiques de trafic peuvent faire intervenir des procédures de gestion des ressources de couche ATM (voir § 7.2.8).

Au niveau du contrôle d'admission de connexion dans un réseau en mode ATM, une demande de connexion pour un appel donné ne sera acceptée que si les ressources disponibles sont suffisantes pour établir la communication à travers tout le réseau avec la QS requise tout en conservant la QS convenue pour les connexions en cours. Cela s'applique également à la renégociation des paramètres de connexion au cours d'une communication donnée.

La stratégie d'affectation des ressources peut différer suivant le flux de trafic $CLP = 0$ ou $CLP = 1$. Par ailleurs, le contrôle d'admission de connexion peut utiliser certaines informations telles que la mesure de la charge de trafic du réseau. Cela permet à l'exploitant du réseau d'obtenir un meilleur taux d'utilisation du réseau tout en respectant les objectifs de performance.

Le choix des schémas d'affectation des ressources est du ressort de l'exploitant de réseau.

Les procédures d'établissement des connexions permettent à la fonction de gestion des admissions CAC de déterminer au moins les informations suivantes (voir § 5.3 sur les contrats de trafic):

- la capacité de transfert de couche ATM requise;
- les descripteurs de trafic source;

- les tolérances en matière de CDV;
- la classe de QS requise.

Le contrôle d'admission de connexion utilise cette information pour déterminer:

- si la connexion peut être acceptée ou non;
- les paramètres de trafic nécessaires à la gestion des paramètres d'utilisation et de réseau (UPC/NPC);
- la sélection du conduit et l'affectation des ressources de réseau.

Pour une connexion ATM donnée, l'utilisateur choisit une capacité de transfert ATM parmi les capacités de transfert ATM que propose le réseau. Les paramètres de trafic normalisés correspondants inclus dans le descripteur de trafic source doivent permettre à l'exploitant de réseau d'implémenter une politique de contrôle d'admission qui offre un gain de multiplexage statistique par rapport à une politique de contrôle d'admission de connexion CAC qui affecte les ressources en fonction uniquement du débit cellulaire crête, tout en offrant les garanties de QS pour la connexion considérée. Il existe de nombreuses politiques de contrôle CAC possibles, leur choix est laissé à l'appréciation de l'exploitant de réseau.

Pour une connexion ATM unique, l'utilisateur choisit une classe de QS, parmi les classes de QS que propose le réseau. La gestion des priorités au moyen du bit CLP permet au plus de spécifier deux objectifs en matière de taux de perte de cellules pour une connexion ATM (voir § 5.3.3 et 7.2.4). Le rôle de la gestion de priorité dans le contrôle d'admission de connexion est en dehors du domaine d'application de la présente Recommandation. La vulnérabilité par rapport au temps de transfert fait partie de la classe de QS demandée. Certaines classes de QS particulières font l'objet de la Rec. UIT-T I.356.

7.2.3 Commande des paramètres d'utilisation et de réseau

La commande des paramètres d'utilisation (UPC, *usage parameter control*) et la commande des paramètres de réseau (NPC, *network parameter control*) remplissent des fonctions analogues à des interfaces différentes: l'UPC est exécutée à l'interface utilisateur-réseau, la NPC l'est aux interfaces interréseaux (INI).

L'emploi de la fonction UPC est recommandé, celui de la fonction NPC est une option du réseau. Les objectifs de performance de limite de réseau-limite de réseau et d'utilisateur à utilisateur doivent toujours être tenus, indépendamment du choix de l'exploitant du réseau, d'utiliser ou non la fonction NPC si la connexion est conforme au contrat de trafic souscrit (voir § 5.3.2).

7.2.3.1 Fonctions UPC/NPC

La commande des paramètres d'utilisation/de réseau est définie comme étant l'ensemble des actions exécutées par le réseau pour surveiller et gérer le trafic afin de faire en sorte que le contrat de trafic soit respecté en termes de trafic offert et de validité de connexions ATM, respectivement à l'accès utilisateur et à l'accès réseau. Leur principal objet est de protéger les ressources du réseau contre les actes malveillants et les erreurs involontaires qui peuvent affecter la QS des connexions déjà établies en détectant la violation éventuelle de paramètres négociés et en prenant alors les mesures qui s'imposent.

La surveillance des connexions englobe toutes les connexions traversant l'interface utilisateur-réseau ou l'interface interréseaux. Les fonctions UPC et NPC s'appliquent aux connexions par voie virtuelle ou aux connexions par conduit virtuel d'utilisateur, aux voies virtuelles de signalisation et de métasignalisation. D'autres flux cellulaires peuvent être insérés par le réseau pour ses besoins propres (par exemple des flux cellulaires OAM segmentaires, des flux cellulaires RM) et transiter par les fonctions UPC ou NPC. Lorsque des flux additionnels sont insérés, l'exploitant de réseau doit faire en sorte de ne pas compromettre les garanties de QS qu'il a accordées à la connexion d'utilisateur. Ce point n'est pas traité dans la présente Recommandation.

La tâche de surveillance associée à la commande des paramètres d'utilisation et de réseau pour les connexions VCC et les connexions VPC est exécutée respectivement par les deux actions suivantes:

- 1) contrôle de validité des identificateurs VPI et VCI (c'est-à-dire si les valeurs VPI/VCI sont attribuées) et surveillance du trafic entrant dans le réseau depuis les voies virtuelles actives pour s'assurer que les paramètres convenus ne sont pas transgressés; cette action doit être effectuée dès l'accès à une fonction CRF(VC), avant tout multiplexage ou commutation de couche ATM dans la sous-couche de voie virtuelle.

NOTE – Il est nécessaire de tenir compte de la variation CDV due au multiplexage dans la sous-couche de conduit virtuel;

- 2) contrôle de la validité des VPI (c'est-à-dire si les valeurs VPI ont été ou non attribuées) et surveillance du trafic entrant dans le réseau depuis les voies virtuelles actives pour s'assurer que les paramètres convenus ne sont pas transgressés; cette action doit être effectuée dès l'accès à une fonction CRF(VP), avant tout multiplexage ou commutation de couche ATM.

7.2.3.2 Prescriptions UPC/NPC

La nécessité d'un algorithme normalisé UPC/NPC et sa définition nécessitent un complément d'étude. Il est toutefois possible d'indiquer quelques caractéristiques souhaitables pour cet algorithme:

- détection de toute situation de trafic interdite;
- sélectivité sur la gamme de paramètres contrôlés (autrement dit l'algorithme doit pouvoir déterminer si le comportement de l'utilisateur est dans un domaine acceptable);
- rapidité de réaction aux transgressions des paramètres;
- simplicité de l'implémentation.

Deux ensembles de spécifications se rapportent à la commande UPC/NPC:

- celles qui se rapportent à la dégradation de la QS que l'UPC/NPC pourrait causer directement au flux de cellules d'utilisateur;
- celles qui se rapportent à la ressource que l'exploitant du réseau devra attribuer à une voie ou à un conduit donné et la manière selon laquelle le réseau prévoit de protéger ces ressources contre les erreurs provoquées par l'utilisateur ou par un autre réseau (consécutives à des défaillances ou à des actes malveillants).

Deux paramètres de performance ont été identifiés. Il y a lieu d'en tenir compte dans l'évaluation des performances des mécanismes de commande UPC/NPC. La présente Recommandation ne traite pas des méthodes d'évaluation des performances des fonctions de commande UPC/NPC et de la nécessité de normaliser ces méthodes.

- Temps de réponse: temps nécessaire pour détecter une situation dans laquelle certaines cellules ne sont pas conformes sur une connexion VPC ou VCC dans des conditions de référence données.
- Transparence: pour un même ensemble de conditions de référence, précision avec laquelle la commande UPC/NPC déclenche les actions de gestion appropriées sur un flux cellulaire dans lequel certaines cellules ne sont pas conformes et évite les actions de gestion inappropriées sur un flux cellulaire conforme.

Un mécanisme de commande UPC/NPC donné peut commettre l'erreur de prendre des mesures correctives disproportionnées, en déclarant un volume de cellules non conformes supérieur au volume de cellules non conformes au contrat de trafic. Ce mécanisme peut aussi ne pas prendre des mesures correctives suffisantes sur un flux de cellules non conformes.

Les interventions disproportionnées du mécanisme de commande UPC/NPC sur une connexion conforme font partie de la dégradation globale de la performance du réseau et il convient de faire en sorte que la probabilité d'intervention disproportionnée soit très faible. La quantification de cette

probabilité entre dans le domaine d'application de la Rec. UIT-T I.356. Selon l'algorithme des mécanismes de commande UPC/NPC, des marges de sécurité peuvent être prévues afin de limiter la dégradation introduite par la commande UPC/NPC.

Les mesures correctives prises à l'encontre de l'excès de trafic en cas de violation du contrat de trafic ne doivent pas être incluses dans la dégradation de performance attribuée à la commande UPC/NPC.

Il convient également d'examiner l'effet de la commande UPC/NPC sur le temps de propagation des cellules. Le temps de propagation et ses variations introduits par les fonctions de commande UPC/NPC font partie du délai et de la variation du délai attribués au réseau.

Etant donné que l'intégrité des séquences de cellules est conservée sur toute connexion ATM, les fonctions UPC/NPC incluant leurs actions facultatives de marquage de cellules (voir § 7.2.3.6) doivent opérer à la manière d'un serveur unique utilisant un mode de service premier arrivé, premier servi (FIFO, *first-in first-out*) pour chaque connexion ATM.

7.2.3.2.1 Performances de la commande UPC/NPC au niveau de la cellule

Une méthode pour déterminer le rapport cellules non conformes sur débit cellulaire négocié en une interface donnée est définie dans la Rec. UIT-T I.356. Un processus de mesure en un point permet de calculer le rapport γ_M entre le nombre de cellules excédant le volume contractuel de trafic sur le nombre total de cellules émises.

Ce qui suit est valable lorsqu'on utilise un seul algorithme GCRA pour la définition de conformité. Les autres cas sont à l'étude (voir la Rec. UIT-T I.356).

Une commande UPC/NPC parfaite implémentant le processus de mesures en un point sur un flux cellulaire ne prendrait que des mesures correctives sur les cellules afin que le rapport γ_P du nombre de cellules sur lesquelles une action d'exécution est prise (marquage ou élimination) sur le nombre de cellules traitées soit voisin de γ_M . Bien que ce processus parfait permette de prendre des décisions cellule par cellule, il n'est pas possible de prédire quelles seront les cellules de la connexion non conforme sur lesquelles porteront les mesures correctives. Cela résulte du délai de mesure, c'est-à-dire que les décisions prises par le processus de mesure dépendent de la première cellule analysée par le processus et des valeurs initiales des variables d'état du processus. La mesure de γ_M peut donner une estimation du degré de non-conformité de l'utilisateur par rapport au débit négocié. La mesure du taux de non-conformité des cellules γ_M peut être utilisée pour opérer un arbitrage entre l'utilisateur et le réseau à l'interface UNI entre deux tronçons de réseau à l'interface INI en cas de conflit. Ces mesures peuvent être effectuées à la demande, en service sur les connexions déjà établies avant ou après la demande, ou hors service sur un flux simulant un flux normal d'utilisateur.

La transparence d'un mécanisme de commande UPC/NPC peut être définie comme étant la précision avec laquelle ce mécanisme se rapproche du mécanisme parfait, à savoir la différence entre le taux d'intervention de référence γ_M et le taux d'intervention effectif γ_P . Une différence positive signifie que la fonction de commande UPC/NPC intervient moins souvent que ne le voudrait le processus de mesure. Une différence négative signifie que la fonction de commande UPC/NPC prend des mesures correctives injustifiées.

La bonne manière de mesurer la transparence d'un mécanisme donné de commande UPC/NPC du débit cellulaire crée ainsi que les variations de cette transparence en fonction du temps nécessitent un complément d'étude.

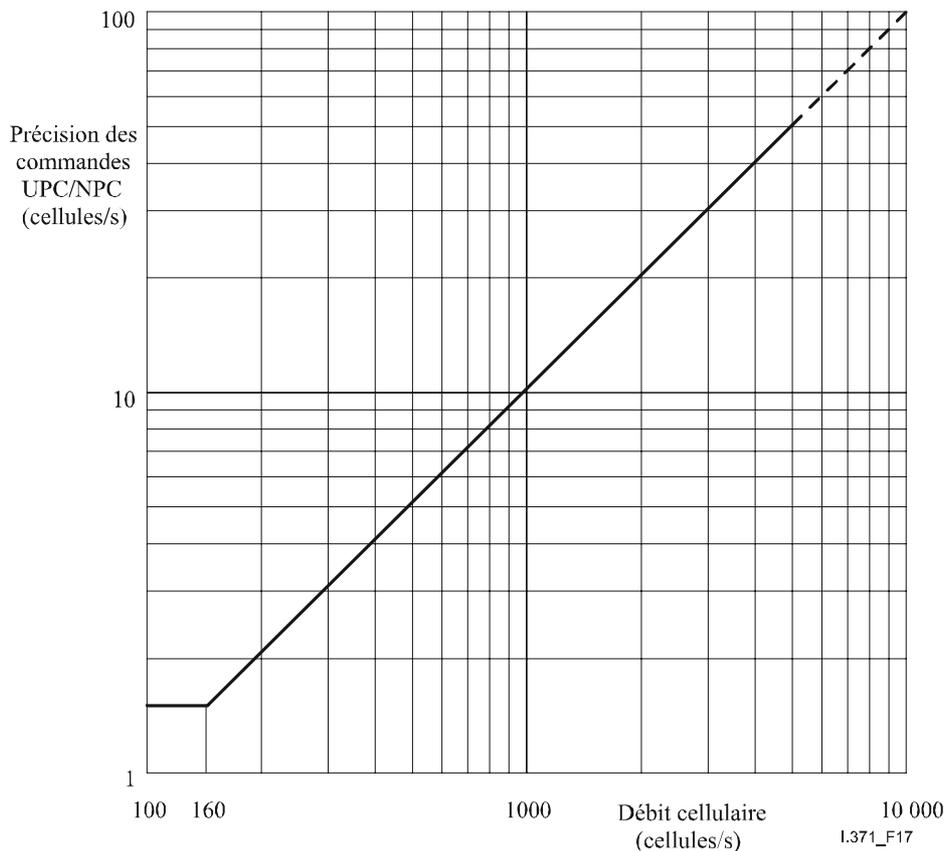


Figure 17/I.371 – Critère de précision associé à la commande UPC/NPC

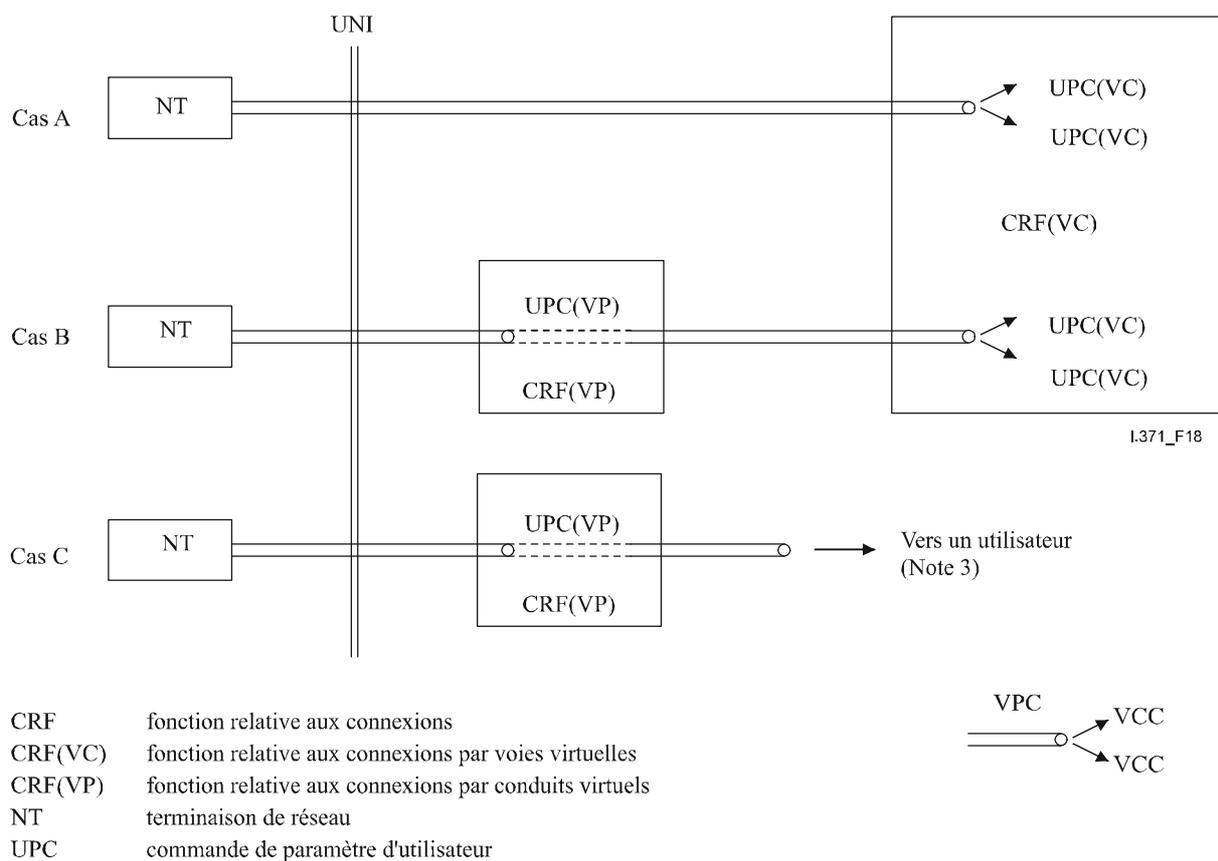
Une condition relative à la précision que doit satisfaire la commande UPC/NPC est que pour la régulation de débit cellulaire (débit cellulaire crête ou débit cellulaire soutenable), la commande UPC/NPC doit pouvoir coder un débit cellulaire au plus supérieur de $\delta = 1\%$ par rapport au débit utilisé dans la définition de conformité. Cette condition est valable pour des débits aussi faibles que 160 cellules/s. Pour des débits cellulaires compris entre 100 et 160 cellules/s, la précision est de 1,6 cellule/s (1% de 160 cellules/s) (Figure 17). La précision de la commande UPC/NPC pour des débits compris entre 1 et 100 cellules/s est à l'étude.

La condition ci-dessus porte sur la capacité de la commande UPC/NPC. Un exploitant de réseau n'est pas tenu de fixer l'ensemble des paramètres de la commande UPC/NPC avec la marge donnée par δ .

La relation entre ce critère de précision et la surveillance de la performance est étudiée dans l'Appendice III.

7.2.3.3 Localisation de la commande de paramètre d'utilisation

La commande de paramètre d'utilisation (UPC, *user parameter control*) est appliquée aux connexions par voie et par conduit virtuels (VCC et VPC) au point où les premières liaisons par conduits virtuels ou par voies virtuelles se terminent dans le réseau. Il existe trois possibilités comme le montre la Figure 18.



NOTE 1 – Dans les cas B et C, la valeur de l'identificateur VPI identifie obligatoirement une connexion VPC.
 NOTE 2 – Dans le cas B, les fonctions CRF(VP) et CRF(VC) peuvent relever de différents exploitants de réseaux.
 NOTE 3 – Un utilisateur peut être un serveur de couche supérieure dans le réseau.

Figure 18/I.371 – Localisation des fonctions de commande de paramètre d'utilisation

Dans les cas suivants, CRF(VC) désigne une fonction relative aux connexions par voies virtuelles et CRF(VP) une fonction relative aux connexions par conduits virtuels. Une CRF(VC) ou une CRF(VP) peuvent être respectivement un concentrateur de voies virtuelles (VC) ou un concentrateur de conduits virtuels (VP).

Cas A (Figure 18): utilisateur connecté directement à une fonction CRF(VC)

La commande de paramètre d'utilisation (UPC) est effectuée sur les connexions VCC dans les fonctions CRF(VC) avant commutation (action 1, § 7.2.3.1).

Cas B (Figure 18): utilisateur connecté à une fonction CRF(VC) via une fonction CRF(VP)

La commande de paramètre d'utilisation (UPC) s'effectue dans la fonction CRF(VP) sur les connexions VPC seulement (action 2, § 7.2.3.1) et dans la fonction CRF(VC) sur les connexions VCC seulement (action 1, § 7.2.3.1).

Cas C (Figure 18): utilisateur connecté à un utilisateur ou à un autre fournisseur de réseau via une fonction CRF(VP)

La commande de paramètre d'utilisation (UPC) s'effectue dans la fonction CRF(VP) sur les connexions VPC seulement (action 2, § 7.2.3.1).

Dans le cas B, l'utilisateur peut négocier et avoir à respecter deux contrats de trafic:

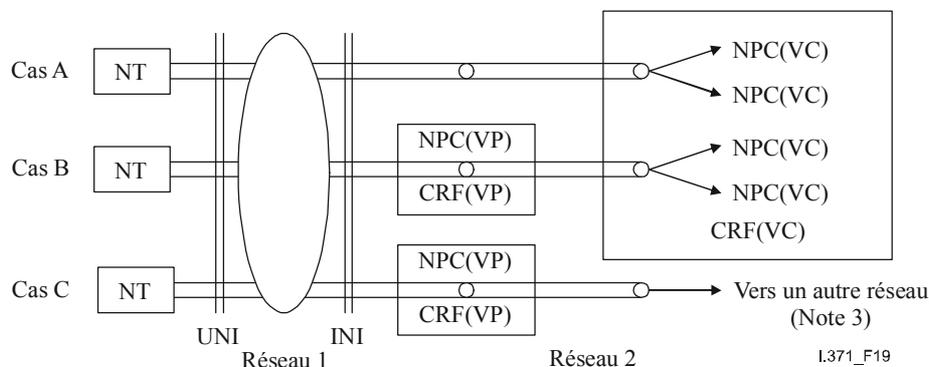
- au niveau du conduit virtuel avec la fonction CRF(VP) (lorsque l'utilisateur demande à l'exploitant de la fonction CRF(VP) une connexion par conduit virtuel);
- au niveau de la voie virtuelle avec la fonction CRF(VC) (lorsque l'utilisateur demande à l'exploitant de la fonction CRF(VC) une connexion par voie virtuelle).

Les conséquences en pareilles circonstances appellent un complément d'étude.

NOTE – Dans le cas B, les caractéristiques de trafic contrôlées dans la commande UPC(VC) ne dépendent pas uniquement des caractéristiques négociées par l'utilisateur, mais également des caractéristiques de transfert cellulaire dans les fonctions relatives aux connexions de voies virtuelles CRF(VP). La responsabilité des modifications des caractéristiques de trafic n'incombe pas à l'utilisateur.

7.2.3.4 Localisation de la commande de paramètre de réseau

La commande de paramètre de réseau (NPC) est appliquée aux connexions par voie et par conduit virtuels (VCC et VPC) au point où ces connexions sont traitées en premier dans le réseau après avoir franchi l'interface interréseaux. Il existe trois possibilités comme le montre la Figure 19:



CRF fonction relative aux connexions
 CRF(VC) fonction relative à la connexion par voies virtuelles
 CRF(VP) fonction relative à la connexion par conduits virtuels
 INI interface interréseaux
 NPC commande de paramètre de réseau
 UNI interface utilisateur-réseau

NOTE 1 – Dans le cas A, l'identificateur VPI n'identifie pas une connexion VPC négociée.

NOTE 2 – Dans les cas B et C, l'identificateur VPI identifie une connexion VPC négociée.

NOTE 3 – L'autre réseau peut être un utilisateur.

Figure 19/I.371 – Localisation des fonctions NPC

Dans les cas suivants, CRF(VC) (ou CRF(VP)) désigne une fonction relative aux connexions par voies virtuelles (ou une fonction relative aux connexions par conduits virtuels).

Cas A (Figure 19): réseau de départ connecté directement à la fonction CRF(VC)

La commande NPC s'effectue dans la fonction CRF(VC) avant commutation (action 1, § 7.2.3.1).

Cas B (Figure 19): réseau de départ connecté à la fonction CRF(VC) via la fonction CRF(VP)

La commande NPC s'effectue dans la fonction CRF(VP) sur les connexions VPC seulement (action 2, § 7.2.3.1) avant commutation des conduits virtuels, et dans la fonction CRF(VC) sur les VCC seulement (action 1, § 7.2.3.1) avant commutation des canaux.

Cas C (Figure 19): réseau de départ connecté à l'utilisateur ou à un autre fournisseur de réseau via une fonction CRF(VP)

La commande NPC s'effectue dans la fonction CRF(VP) sur les connexions VPC seulement (action 2, § 7.2.3.1).

Dans le cas B, l'utilisateur peut négocier et avoir à respecter deux contrats de trafic:

- au niveau du conduit virtuel avec la fonction CRF(VP) (lorsque l'utilisateur demande à l'opérateur de la fonction CRF(VP) une connexion par conduit virtuel);
- au niveau de la voie virtuelle avec la fonction CRF(VC) (lorsque l'utilisateur demande à l'opérateur de la fonction CRF(VC) une connexion par voie virtuelle).

Les conséquences en pareilles circonstances appellent un complément d'étude.

NOTE – Dans le cas B, les caractéristiques de trafic contrôlées dans la commande NPC(VC) ne dépendent pas uniquement des caractéristiques négociées par l'utilisateur, mais également des caractéristiques de transfert cellulaire dans les fonctions relatives aux connexions de voies virtuelles CRF(VP). La responsabilité des modifications des caractéristiques de trafic n'incombe pas à l'utilisateur.

7.2.3.5 Paramètres de trafic gérés par les commandes UPC/NPC

Pour chaque capacité de transfert ATM (ATC), les paramètres de trafic susceptibles d'être commandés sont ceux inclus dans le descripteur de trafic source et éventuellement les autres paramètres dynamiques propres à une capacité ATC (voir les § 5 et 6). Que tous ces paramètres soient commandés ou seulement un sous-ensemble d'entre eux dépend du contrôle d'admission de connexion (CAC), de la capacité ATC et des mécanismes de commande UPC/NPC. Le débit d'une connexion quelconque ne doit pas être supérieur au débit cellulaire crête.

7.2.3.6 Actions UPC/NPC

La commande UPC/NPC a pour objet de gérer le trafic offert par une connexion ATM afin de faire respecter le contrat de trafic négocié. L'objectif est d'empêcher l'utilisateur de transgresser le contrat de trafic et de dépasser un niveau de non-conformité qui dépend de l'exploitant.

Les mesures de surveillance particulières à prendre dépendent de la configuration du réseau d'accès et de la capacité de transfert ATM négociée. Si cette capacité autorise la renégociation des paramètres de trafic au moyen de la fonction de gestion rapide des ressources en utilisant les cellules RM, le mécanisme UPC/NPC doit être de type dynamique, c'est-à-dire être susceptible de modifier dynamiquement ses paramètres en utilisant les informations véhiculées par les cellules RM. Dans certaines implémentations, les fonctions UPC/NPC et de conformation du trafic peuvent être associées, auquel cas les actions de reprogrammation des cellules résulteront de cette association.

Actions UPC/NPC au niveau de la cellule

Au niveau d'une cellule, les actions possibles de la fonction UPC/NPC sont les suivantes:

- a) passage de la cellule;
- b) marquage de cellules pour capacités ATC spécifiques (voir § 5.3.4). Le marquage de cellules s'applique uniquement aux cellules avec le bit CLP = 0, en forçant le bit CLP à 1. Les éléments de réseau ne doivent pas changer la valeur du bit CLP, sauf éventuellement si la capacité de transfert ATM (SBR3, GFR2) spécifie que le marquage s'applique;
- c) mise à l'écart de la cellule.

Le passage s'effectue sur des cellules jugées conformes par la fonction UPC/NPC. Le marquage et la mise à l'écart s'effectuent sur des cellules jugées non conformes à au moins un élément du contrat de trafic par cette fonction. La mise à l'écart s'effectue sur des cellules jugées non conformes à au moins un élément du contrat de trafic par une fonction NPC.

Actions UPC/NPC supplémentaires

Pour les connexions de transfert ABT (voir § 6.6), la conformité au niveau du bloc de contrôle UPC/NPC peut:

- déclencher une modification des ressources affectées à la connexion;
- ignorer toutes les cellules restantes se trouvant dans le bloc ATM. (mise à l'écart de trame, voir § 7.2.5).

En plus des actions ci-dessus au niveau des cellules et au niveau des blocs ATM, la fonction de commande UPC/NPC peut, à titre optionnel, déclencher la libération de la connexion.

7.2.3.7 Relation entre la commande UPC/NPC, la priorité de perte de cellules (CLP) et la performance du réseau

Toute cellule déclarée non conforme par la fonction UPC/NPC exécutée sur le flux composite $CLP = 0 + 1$, est ignorée.

Lorsque le marquage de cellules (voir § 7.2.3.6) s'applique à une connexion ATM, les cellules $CLP = 0$ identifiées par la fonction UPC/NPC exécutée sur le flux $CLP = 0$ comme étant non conformes sont converties en cellules $CLP = 1$ et fusionnées avec le flux de trafic $CLP = 1$ soumis par l'utilisateur avant que le trafic $CLP = 0 + 1$ ne soit vérifié. Si le marquage de cellules (voir § 7.2.3.6) n'est pas appliqué à une connexion, les cellules identifiées par la fonction UPC/NPC comme non conformes à au moins un élément du contrat de trafic sont ignorées.

Lorsque la capacité CLP est utilisée sur une connexion ATM (voir les configurations SBR2 et 3, § 6.5.3) et que certaines cellules ne sont pas conformes au paramètre de trafic $CLP = 0 + 1$ et à la tolérance de variation du temps de propagation des cellules, la fonction UPC/NPC exécutée sur le flux cellulaire composite peut ignorer les cellules $CLP = 0$ qui n'ont pas été considérées comme étant en excès par la fonction UPC/NPC exécutée sur le flux cellulaire $CLP = 0$. Ces événements ne contribuent pas à la dégradation de la performance du réseau.

7.2.3.8 Fonctions de gestion de couche ATM associées à la gestion de trafic

Certains exemples de fonctions de gestion de couche ATM associées à la gestion de trafic sont donnés ci-après.

Lorsque la fonction UPC/NPC se trouve en présence de niveaux de non-conformité supérieurs au seuil utilisé par l'exploitant de réseau, la gestion de trafic peut produire certaines indications. Ces indications peuvent déclencher d'autres actions unilatérales, comme par exemple:

- des actions de commande brèves (exemple: indication à l'utilisateur d'un niveau de non-conformité excessif);
- renégociation du volume de ressources attribué à la connexion (voir § 7.2.3.6);
- libération de la connexion.

Les indications dues à une non-conformité aux interfaces normalisées détectées par la fonction UPC/NPC ne doivent pas se propager à travers le réseau.

A l'exception de la tentative de renégociation, les fonctions ci-dessus ne sont pas actuellement étudiées dans la présente Recommandation.

7.2.4 Contrôle des priorités de mise à l'écart

Dans le cadre de gestion du trafic, les mécanismes de contrôle des priorités de mise à l'écart peuvent être opérés dans un élément de réseau, principalement pour protéger aussi longtemps que possible le flux de trafic pour lequel le réseau a négocié des garanties en matière de QS.

La mise à l'écart sélective des cellules est une fonction de contrôle des priorités de mise à l'écart de cellules qui consiste dans la mise à l'écart des cellules avec le bit $CLP = 1$ (qui sont soumises comme cellules à faible priorité avec $CLP = 1$ par l'utilisateur ou marquées (voir § 7.2.3.6)) par la

commande UPC/NPC au lieu d'ignorer les cellules avec le bit CLP = 0 des connexions auxquelles les garanties en matière de QS s'appliquent.

La mise à l'écart sélective des cellules peut être opérée par des éléments de réseau tout en continuant à satisfaire les garanties en matière de QS.

L'applicabilité de la mise à l'écart sélective de cellules dépend de la capacité de transfert ATM (voir § 6).

Une autre forme de contrôle des priorités de mise à l'écart est d'ignorer les cellules d'une connexion de classe de QS U afin de ne pas ignorer les cellules sur une autre connexion de classe de QS 1.

7.2.5 Mise à l'écart de trame

Si un réseau se trouve dans l'obligation d'ignorer des cellules pour éviter d'entrer dans un état d'encombrement, il peut être souhaitable d'ignorer des cellules consécutives d'une connexion donnée. Ceci est particulièrement vrai pour les connexions qui prennent en charge des applications dans lesquelles les informations sont organisées en trames où chaque trame est à l'origine de plusieurs cellules ATM. Pour de telles applications, une perte de cellules est à l'origine d'une trame altérée qu'il peut être nécessaire de retransmettre.

Séquence cellulaire de trames

Une séquence cellulaire de trames est une séquence de cellules produites par l'utilisateur sur une connexion donnée. Deux méthodes sont actuellement reconnues par la Rec. UIT-T I.371 pour délimiter une séquence cellulaire de trames dans la couche ATM afin de réaliser la mise à l'écart de trame: la délimitation de la séquence cellulaire de trames fondée sur l'indicateur AUU et sur la cellule RM.

Si l'utilisateur souhaite bénéficier des mécanismes de mise à l'écart de trame dans la couche ATM, il convient qu'il s'assure que la délimitation des trames dans la couche ATM (c'est-à-dire au moyen d'indicateurs AUU ou de cellules RM), correspond à la délimitation de trame dans les couches supérieures.

Délimitation de séquence cellulaire de trames fondée sur l'indicateur AUU

Pour une connexion de voie virtuelle, l'indicateur AUU peut être utilisé (par exemple tel que spécifié pour la couche AAL 5) pour définir une séquence cellulaire de trames de la manière suivante:

- une séquence cellulaire de trames commence par la première cellule produite par l'utilisateur sur la connexion ou par une cellule produite par l'utilisateur suivant une cellule dont l'indicateur AUU est mis;
- une séquence cellulaire de trames se termine avec une cellule d'utilisateur dont l'indicateur AUU est mis.

NOTE 1 – L'applicabilité de la délimitation de trame fondée sur l'indicateur AUU sur une connexion par conduit virtuel n'est actuellement pas spécifiée et nécessite un complément d'étude.

NOTE 2 – Si l'indicateur AUU de la dernière cellule transmise sur une connexion avant la terminaison de connexion n'est pas mis, la séquence cellulaire de trames correspondante n'a pas été terminée correctement.

Délimitation de séquence cellulaire de trames fondée sur la cellule RM

Pour une connexion par conduit virtuel ou par voie virtuelle avec capacité de transfert de bloc ATM avec transmission immédiate, une séquence cellulaire de trames est un bloc ATM selon la définition du § 6.6. Les cellules RM délimitant la séquence cellulaire de trames (voir § 6.6.2.4.1) ne font pas partie de la séquence cellulaire de trames.

Mise à l'écart de trame entière

La fonction "mise à l'écart de trame entière" est définie comme le rejet, sur la connexion ATM donnée, de chaque cellule produite par l'utilisateur dans une séquence cellulaire de trames du début de la séquence jusqu'à la séquence de terminaison cellulaire de l'utilisateur, tout en préservant la délimitation de trame.

- Si la délimitation de la séquence cellulaire de trames fondée sur l'indicateur AUU est utilisée, la cellule de terminaison fait partie de la séquence cellulaire de trames à ignorer.
- Si la délimitation de la séquence cellulaire de trames fondée sur la cellule RM est utilisée, les cellules RM délimitant un bloc ATM ne font pas partie de la séquence cellulaire de trames à ignorer.

Mise à l'écart de queue de trame

La fonction "mise à l'écart de queue de trame", sur une connexion ATM donnée, est définie comme la conservation d'une ou plusieurs cellules produites par l'utilisateur du début d'une séquence cellulaire de trames, suivie de la mise à l'écart de chaque cellule produite par l'utilisateur dans une séquence cellulaire de trames jusqu'à la cellule produite par l'utilisateur qui termine la séquence, tout en préservant la délimitation de la trame.

- Si la délimitation de trame fondée sur l'indicateur AUU est utilisée, la cellule de terminaison n'est pas ignorée bien qu'elle fasse partie de la séquence cellulaire de trames, afin de préserver la délimitation de la séquence cellulaire de trames.
- Si la délimitation de trame fondée sur la cellule RM est utilisée, les cellules RM délimitant un bloc ATM ne font pas partie de la séquence cellulaire de trames à ignorer.

Application de la mise à l'écart de trame

Pour les connexions qui ont négocié un transfert ABT avec transmission immédiate comme capacité ATC, la mise à l'écart de trame entière s'applique.

La mise à l'écart de trame (mise à l'écart de trame entière et/ou mise à l'écart de queue de trame) peut s'appliquer indépendamment de la capacité de transfert ATM aux connexions pour lesquelles la classe de QS U a été négociée.

L'application de la mise à l'écart de trame aux connexions avec d'autres capacités de transfert ATM ou d'autres classes de QS n'est pas spécifiée dans la présente Recommandation. Dans ces cas, l'application de la mise à l'écart de trame peut avoir pour résultat le non-respect des garanties en matière de QS. Les deux cas suivants sont plus particulièrement mentionnés:

- l'application de la mise à l'écart de trame à des connexions pour lesquelles la classe de QS 1 ou la classe de QS 2 a été négociée. La mise à l'écart de trame s'applique uniquement au transfert ABT avec transmission immédiate en tant que fonction UPC/NPC appropriée (voir § 7.2.3.6). L'application de la mise à l'écart de trame dans d'autres cas, par exemple dans des cas d'encombres imminents dans un élément du réseau, peut avoir pour résultat le non-respect des garanties en matière de QS;
- l'application de la mise à l'écart de trame à des connexions pour lesquelles la classe de QS 3 a été négociée. L'application de la mise à l'écart de trame à des cellules avec le bit CLP = 1 ne donne le résultat souhaité que si l'utilisateur marque systématiquement toutes les cellules d'une séquence cellulaire de trames comme CLP = 1 ou comme CLP = 0. Dans le cas

contraire, le réseau peut avoir pour résultat le non-respect des garanties en matière de QS pour le flux cellulaire avec le bit CLP = 0 sur la connexion.

Lorsque des garanties en matière de QS sont associées à une connexion qui reconnaît la notion de trame (par exemple le transfert ABT), il est nécessaire de fournir une définition de conformité appropriée au niveau de la trame.

NOTE 3 – L'application de la mise à l'écart de trame à une séquence cellulaire de trames qui n'est pas terminée correctement, n'est pas définie et les actions correspondantes dépendantes de l'implémentation peuvent avoir une incidence sur la qualité de service assurée à la connexion.

7.2.6 Contrôle de programmation

Des mécanismes de programmation cellulaire sont implémentés dans les équipements afin de résoudre les conflits de transmission. Un mécanisme de programmation cellulaire détermine l'ordre dans lequel les cellules sont transmises lorsque plusieurs cellules sont en file d'attente pour la transmission dans un créneau cellulaire donné. Les mécanismes de programmation cellulaire comprennent:

- les priorités temporelles déterminées entre les différentes files d'attente;
- les mécanismes de file d'attente pondérée équitable utilisés entre différentes files d'attente.

Les mécanismes de programmation peuvent également être appliqués pour implémenter une politique d'attribution donnée.

7.2.7 Conformation du trafic

La conformation du trafic est un mécanisme qui agit sur les caractéristiques de trafic d'un flux de cellules sur une connexion VCC ou VPC pour les modifier dans le sens souhaité, afin d'obtenir une meilleure efficacité du réseau tout en respectant les objectifs de QS ou d'être conforme à une interface subséquente. La conformation du trafic doit préserver l'intégrité de séquençement des cellules sur la connexion ATM. Ce mécanisme modifie les caractéristiques de trafic d'un flux cellulaire et provoque un accroissement du temps de transfert moyen des cellules.

Des exemples de conformation du trafic sont la réduction du débit cellulaire crête, la limitation de la longueur des rafales, la réduction de la variation du temps de propagation des cellules par leur espacement dans le temps et les schémas de service à file d'attente.

Il appartient à l'exploitant du réseau de décider du lieu et du mode d'exécution de l'opération de conformation du trafic. Ainsi, l'exploitant peut choisir d'utiliser la conformation du trafic en conjonction avec des fonctions UPC/NPC.

Il appartient aussi à l'exploitant de réseau de choisir d'appliquer la conformation du trafic aux flux cellulaires distincts ou composites.

En conséquence, chaque connexion ATM peut faire l'objet d'une conformation de trafic.

Les options à la disposition de l'exploitant du réseau ou du fournisseur du service sont:

- a) *pas de conformation du trafic*
 - Dimensionnement du réseau pour prendre en charge tout flux cellulaire conforme à l'entrée du réseau tout en restant conforme à la sortie sans intervention d'une fonction de conformation.
- b) *conformation du trafic*
 - Dimensionnement et exploitation du réseau afin que tout flux cellulaire à l'entrée soit acheminé par le réseau ou par le segment de réseau tout en respectant les objectifs de QS et utilisation d'une conformation de trafic en sortie afin de satisfaire aux tests de conformité en sortie.

- Conformation du trafic à l'entrée du réseau ou segment de réseau et affectation de ressources en fonction des caractéristiques de trafic obtenues par conformation, tout en respectant les objectifs de QS et en satisfaisant aux tests de conformité subséquents en sortie du réseau ou segment de réseau.

La conformation du trafic peut également se faire dans l'équipement ou à la source pour faire en sorte que le trafic généré par la source ou à l'interface utilisateur-réseau est conforme au contrat de trafic négocié applicable à la capacité ATC utilisée (voir § 6).

7.2.8 Gestion rapide des ressources (FRM)

Les fonctions de gestion rapide des ressources (FRM, *fast resource management*) agissent dans des délais du même ordre de grandeur que le temps de propagation aller-retour de la connexion ATM. Les capacités de transfert ATM ABT (voir § 6.6) et ABR (voir § 6.7) utilisent les fonctions de gestion rapide des ressources pour affecter dynamiquement des ressources à des connexions qui utilisent ces capacités. Les fonctions possibles de ce type nécessitent un complément d'étude.

Les fonctions de gestion rapide des ressources utilisent les cellules de gestion des ressources décrites au § 8.1.

7.3 Fonctions de gestion des encombrements

Pour certains trafics, des moyens de gestion adaptative du débit peuvent être utilisés au niveau de la couche ATM ou au-dessus. Les fonctions suivantes de gestion des encombrements au niveau de la couche ATM sont identifiées dans la présente Recommandation.

7.3.1 Contrôle des priorités de mise à l'écart

Dans le cadre des fonctions de gestion des encombrements, les mécanismes de contrôle des priorités de mise à l'écart définis au § 7.2.4 peuvent être appliqués dans un élément de réseau encombré, principalement pour protéger aussi longtemps que possible les flux de trafic pour lesquels le réseau a négocié des garanties en matière de QS.

Notamment la mise à l'écart sélective des cellules avec le bit CLP = 1 tel que défini au § 7.2.4 peut être appliquée dans un élément de réseau encombré.

7.3.2 Indication explicite d'encombrement vers l'avant (EFCI, *explicit forward congestion indication*)

L'EFCI est un mécanisme de notification d'encombrement pouvant être utilisé pour aider le réseau à éviter une situation d'encombrement ou à se rétablir après une telle situation. Etant donné que l'emploi de ces mécanismes par l'équipement client est facultatif, l'exploitant de réseau ne doit pas compter sur ce seul mécanisme pour limiter les encombrements.

Un élément de réseau qui déclare être dans un état d'encombrement imminent ou dans un état d'encombrement peut inscrire une indication explicite d'encombrement vers l'avant dans l'en-tête des cellules de données des connexions correspondantes afin que cette indication soit examinée par l'équipement client de destination. L'équipement client peut par exemple utiliser cette indication pour implémenter des protocoles qui abaissent de manière adaptative le débit cellulaire de la connexion tant que dure l'état d'encombrement. Un élément de réseau qui ne déclare pas être dans un état d'encombrement imminent ou dans un état d'encombrement ne modifiera pas la valeur de cette indication.

Un élément de réseau peut déclarer être dans un état d'encombrement ou d'encombrement imminent dans certaines conditions. Les conditions et le mécanisme permettant de déceler de tels états sont spécifiques aux implémentations et ne font pas l'objet d'une normalisation. Le mécanisme utilisant l'indication d'encombrement dans les protocoles de couche supérieure dans l'équipement client n'entre pas dans le domaine d'application de la présente Recommandation.

L'incidence de l'indication explicite d'encombrement vers l'avant sur les fonctions de gestion du trafic et des encombrements nécessite un complément d'étude.

7.3.3 Réactions aux défaillances des fonctions de commande UPC/NPC

Par suite de défaillances des équipements (par exemple dans les dispositifs de gestion de paramètre d'utilisation ou dans d'autres éléments du réseau), les caractéristiques du trafic gérées par les fonctions de commande UPC/NPC peuvent différer des valeurs convenues au cours de la phase d'établissement de l'appel. Pour faire face à ces situations, des procédures spécifiques du plan de gestion doivent être conçues (pour isoler par exemple le maillon défectueux).

7.3.4 Mise à l'écart de trame

Si un réseau se trouve dans l'obligation d'ignorer des cellules pour se rétablir après un état d'encombrement, il peut être souhaitable d'ignorer des cellules consécutives d'une connexion donnée. Ceci est particulièrement vrai pour les connexions qui prennent en charge des applications dans lesquelles les informations sont organisées en trames et où chaque trame est à l'origine de plusieurs cellules ATM. Pour de telles applications, une perte de cellules est à l'origine d'une trame altérée qu'il peut être nécessaire de retransmettre.

Les définitions et les déclarations fournies au § 7.2.5 relatives à l'applicabilité de la mise à l'écart de trame aux connexions ATM s'appliquent également à la mise à l'écart de trame en tant que fonction de gestion des encombrements.

7.3.5 Contrôle de programmation

Dans le cadre des fonctions de gestion des encombrements, les mécanismes de programmation cellulaire décrits au § 7.2.6, peuvent être appliqués dans un élément de réseau encombré, principalement pour protéger aussi longtemps que possible les flux de trafic pour lesquels le réseau a négocié des garanties en matière de QS.

Les mécanismes de programmation peuvent également être appliqués pour mettre en œuvre une politique d'attribution donnée.

7.4 Fonctions d'interfonctionnement de gestion du trafic

Les fonctions et les procédures de gestion du trafic ATM sont définies par rapport à l'objectif d'intégrer les services au niveau de la couche ATM et de remplir les objectifs de performance du réseau compatibles avec l'intégration des services. Les fonctions de trafic utilisées par les autres services supports peuvent être prises en considération. L'utilisation de ces fonctions pour la gestion du trafic ATM et des encombrements n'est cependant pas une obligation.

7.4.1 Interfonctionnement des fonctions de gestion du trafic et du service support en mode trame (FMBS)

Les fonctions de gestion du trafic peuvent être exécutées à l'entrée de chaque réseau subséquent en fonction de ses paramètres spécifiques, l'interfonctionnement pouvant porter sur les réseaux ou sur les services.

Les configurations de référence suivantes (Figure 20) concernent l'interfonctionnement FMBS-RNIS à large bande. Il appartient à l'exploitant de décider de la présence de ces fonctions de gestion du trafic parmi les fonctions d'interfonctionnement (IWF, *interworking function*).

Il convient de noter que dans le RNIS à large bande de la Figure 20, plusieurs exploitants peuvent intervenir. La question de la collaboration entre les différents exploitants de réseaux dans un RNIS à large bande n'est pas traitée dans le présent paragraphe.

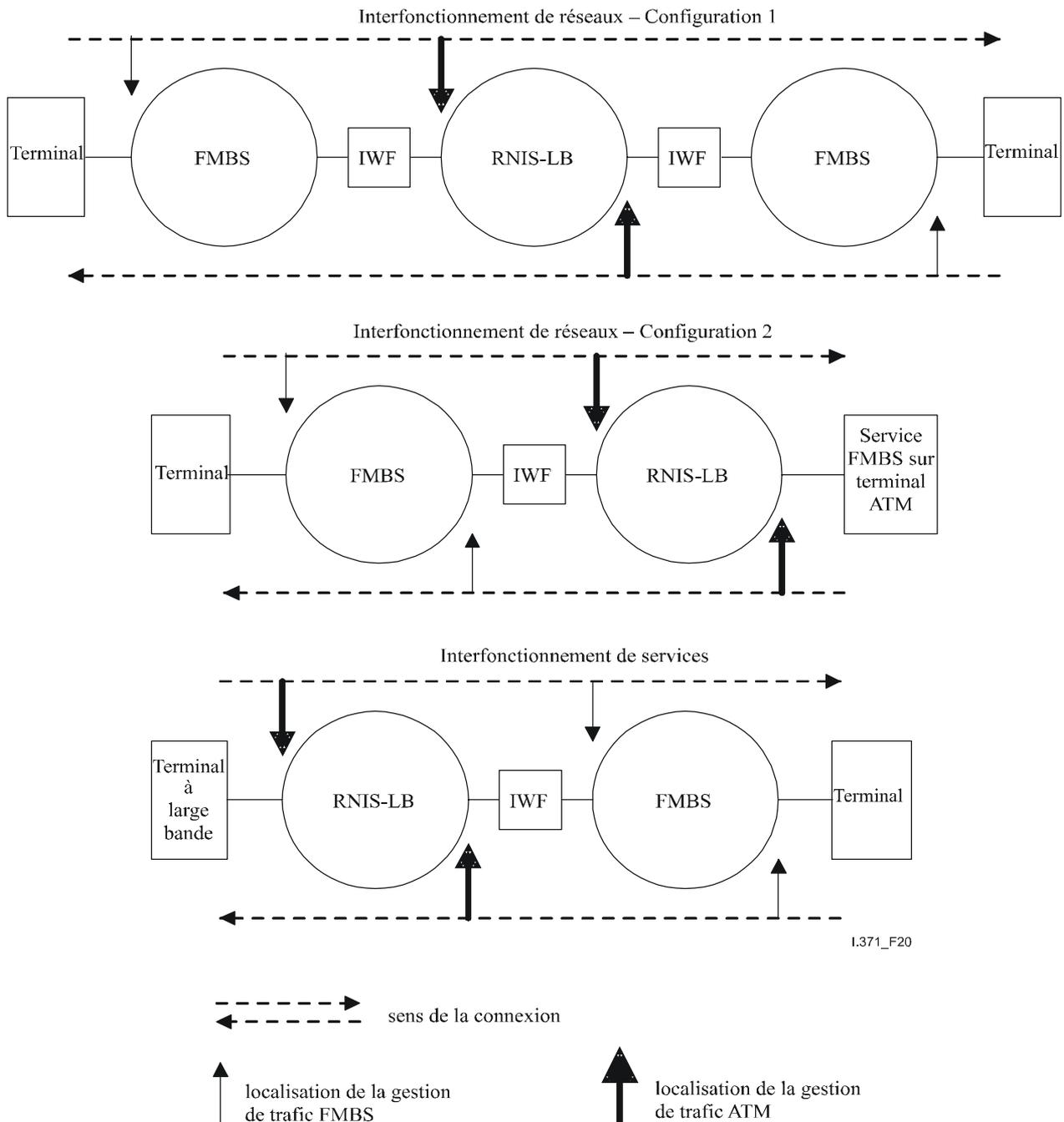


Figure 20/I.371 – Configurations de référence dans le cas d'un interfonctionnement FMBS-RNIS à large bande

Pour le cas d'interfonctionnement 2 de la Figure 20, deux contrats de trafic portent sur le service support de mode trame du terminal ATM. Les conséquences sur la définition de conformité sont à l'étude.

8 Procédures relatives à la gestion du trafic et à la gestion des encombrements

8.1 Format des cellules de gestion des ressources

Il peut être nécessaire pour les fonctions de gestion des ressources qui doivent agir dans des délais du même ordre de grandeur que le temps de propagation aller-retour de la connexion ATM, de

disposer de procédures de gestion de couche ATM afin d'utiliser les cellules de gestion des ressources associées avec la connexion ATM considérée.

Les cellules RM de couche ATM contiennent des champs communs à tous les types de cellules RM (voir la Figure 21) ainsi que des champs propres à chaque type de cellule RM.

En-tête ATM	Identificateur de protocole RM	Champs spécifiques aux fonctions	Réservé	EDC (CRC-10)
5 octets	8 bits	45 octets	6 bits	10 bits
				I.371_F21
EDC code de détection d'erreur				

Figure 21/I.371 – Format des cellules de gestion des ressources

Les principes de codage applicables aux champs communs et spécifiques inutilisés sont:

- les octets des champs d'information des cellules RM non utilisés sont codés 0110 1010 (6AH);
- les bits des champs d'information des cellules RM non utilisés (octets incomplets) sont codés par des 0.

Les octets et les bits non utilisés ne doivent pas être utilisés par le récepteur pour vérifier leur conformité à cette règle de codage.

Les prochaines améliorations de la présente Recommandation devront faire en sorte que les équipements acceptant des versions moins élaborées n'auront pas de problèmes de compatibilité liés au contenu des cellules RM. C'est-à-dire que les fonctions et les codages des champs déjà définis ne devront pas être revus dans l'avenir.

Cependant, des champs inutilisés et des points de code inutilisés pourront être définis dans les prochaines versions de la présente Recommandation et sont par conséquent réservés.

Dans la présente Recommandation, le bit le plus à gauche est le bit de plus fort poids et est transmis en premier.

Le codage de l'en-tête ATM des cellules de gestion des ressources pour les voies et conduits virtuels est décrit dans la Rec. UIT-T I.361.

Le champ de code EDC transporte un code de détection d'erreur CRC-10 calculé sur le champ d'information de la cellule RM à l'exclusion du champ de code EDC. Voir la Rec. UIT-T I.610 pour la procédure de codage.

Les cellules de gestion des ressources pour les voies virtuelles (VC-RM) doivent être exclues des fonctions de surveillance de la performance des voies virtuelles. Les cellules de gestion des ressources pour les voies virtuelles (VC-RM) doivent être incluses dans les fonctions de surveillance de la performance des conduits virtuels. Les cellules de gestion des ressources pour les conduits virtuels (VP-RM) doivent être exclues des fonctions de surveillance de la performance des conduits virtuels.

Les identificateurs de protocole 248 à 255 sont réservés à des utilisations spécifiques par le réseau. Les cellules RM identifiées par ces identificateurs ne peuvent franchir les interfaces normalisées qu'en présence d'accords bilatéraux.

8.2 Conditions d'erreur sur les cellules RM

Lorsque les informations d'une cellule RM sont utilisées, le contrôle de redondance cyclique (CRC) doit être réalisé pour déterminer si les informations utiles de la cellule RM sont erronées ou correctes. Une cellule RM erronée est une cellule RM qui contient un code CRC-10 dans le champ de code EDC ne correspondant pas aux champs qu'il est sensé protéger.

Les informations contenues dans une cellule RM doivent être exclues du traitement normal.

Les cellules RM identifiées comme étant erronées peuvent être traitées de deux manières différentes:

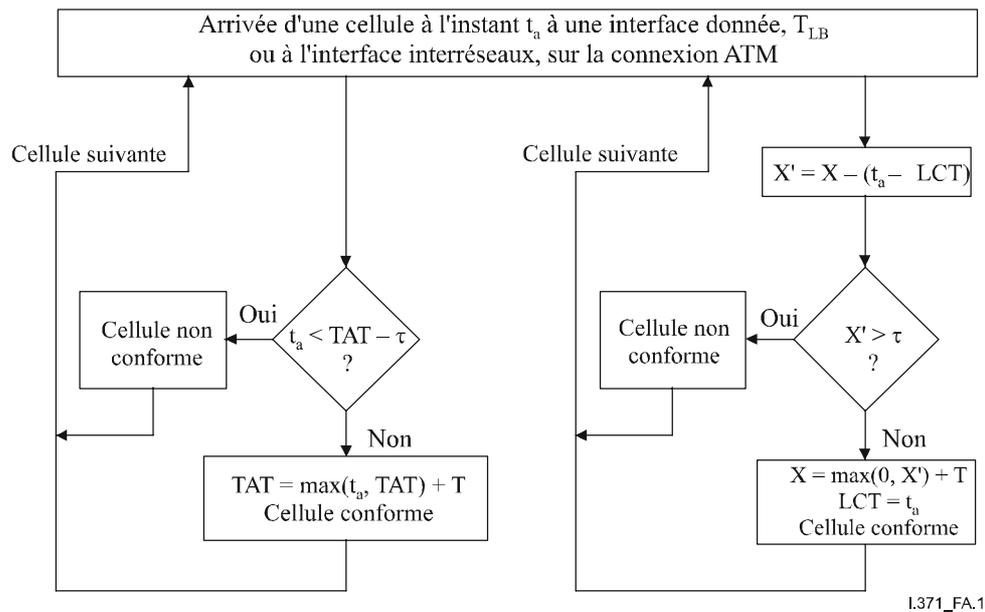
- la cellule RM erronée est (le cas échéant) acheminée sans modification en tant que cellule erronée;
- la cellule RM erronée est ignorée.

Annexe A

Algorithme du débit cellulaire générique GCRA(T, τ)

La présente annexe définit l'algorithme de référence employé au § 5.4 pour définir la conformité cellulaire d'un train de cellules par rapport à la valeur négociée d'un débit cellulaire $\Lambda = 1/T$, compte tenu d'une tolérance τ . T et τ sont exprimés en unités de temps.

La Figure A.1 décrit l'algorithme de référence. Deux versions équivalentes sont présentées: l'algorithme de programmation virtuelle (*virtual scheduling algorithm*) et l'algorithme du compteur à fuite continue (*continuous state leaky bucket algorithm*).



Algorithme de programmation virtuelle

Algorithme du compteur à fuite continue

LCT	dernier instant de conformité (<i>last conformance time</i>)	X	valeur du compteur à fuite continue
TAT	instant d'arrivée théorique (<i>theoretical arrival time</i>)	X'	variable auxiliaire
t_a	instant d'arrivée d'une cellule à l'interface donnée à l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion à traverser l'interface donnée, $TAT = t_a$		à l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion à traverser l'interface donnée, $X = 0$ et $LCT = t_a$

Figure A.1/L.371 – Versions équivalentes de l'algorithme du débit cellulaire générique

A.1 Algorithme de programmation virtuelle (VSA, *virtual scheduling algorithm*)

L'algorithme de programmation virtuelle met à jour un instant d'arrivée théorique (TAT, *theoretical arrival time*), qui est l'instant d'arrivée nominal de la cellule dans l'hypothèse où les cellules sont émises à intervalles réguliers pour un intervalle d'émission T correspondant au débit cellulaire Λ lorsque la source est active. Si l'instant d'arrivée effectif d'une cellule n'est pas "trop en avance" par rapport à l'instant TAT et à la tolérance τ associées au débit cellulaire, c'est-à-dire si l'instant d'arrivée effectif se situe après l'instant $(TAT - \tau)$, la cellule est alors conforme. Dans le cas contraire, elle est non conforme.

Suivant les étapes de l'algorithme de programmation virtuelle (Figure A.1), à l'instant d'arrivée de la première cellule $t_a(1)$, l'instant d'arrivée théorique TAT est initialisé à l'instant actuel $t_a(1)$. Pour les cellules suivantes, si l'instant d'arrivée de la cellule k^e $t_a(k)$ précède la valeur actuelle de TAT moins la tolérance τ , alors la cellule est non conforme et l'instant TAT demeure inchangé. Si l'instant d'arrivée de la cellule $t_a(k)$ est supérieur ou égal à $(TAT - \tau)$, mais inférieur à TAT, alors la cellule est conforme et TAT est augmenté de la valeur incrémentielle T. Enfin, si l'instant d'arrivée de la cellule est supérieur à l'instant TAT, alors la cellule est conforme et l'instant TAT est aligné sur la formule $[t_a(k) + T]$.

A.2 Algorithme du compteur à fuite continue

Un compteur à fuite continue peut être considéré comme un compteur à capacité finie dont le contenu en valeur réelle s'écoule à un débit continu d'une unité de contenu par unité de temps et dont le contenu est augmenté de la valeur incrémentielle T pour chaque cellule conforme. Le compteur peut de la même manière être considéré comme la charge de travail d'une file d'attente à capacité finie ou comme un compteur en valeur réelle. Si à l'arrivée d'une cellule le contenu du compteur est inférieur ou égal à la valeur limite τ , alors la cellule est conforme. Dans le cas contraire, elle est non conforme. La capacité du compteur (limite supérieure du compteur) est $(T + \tau)$.

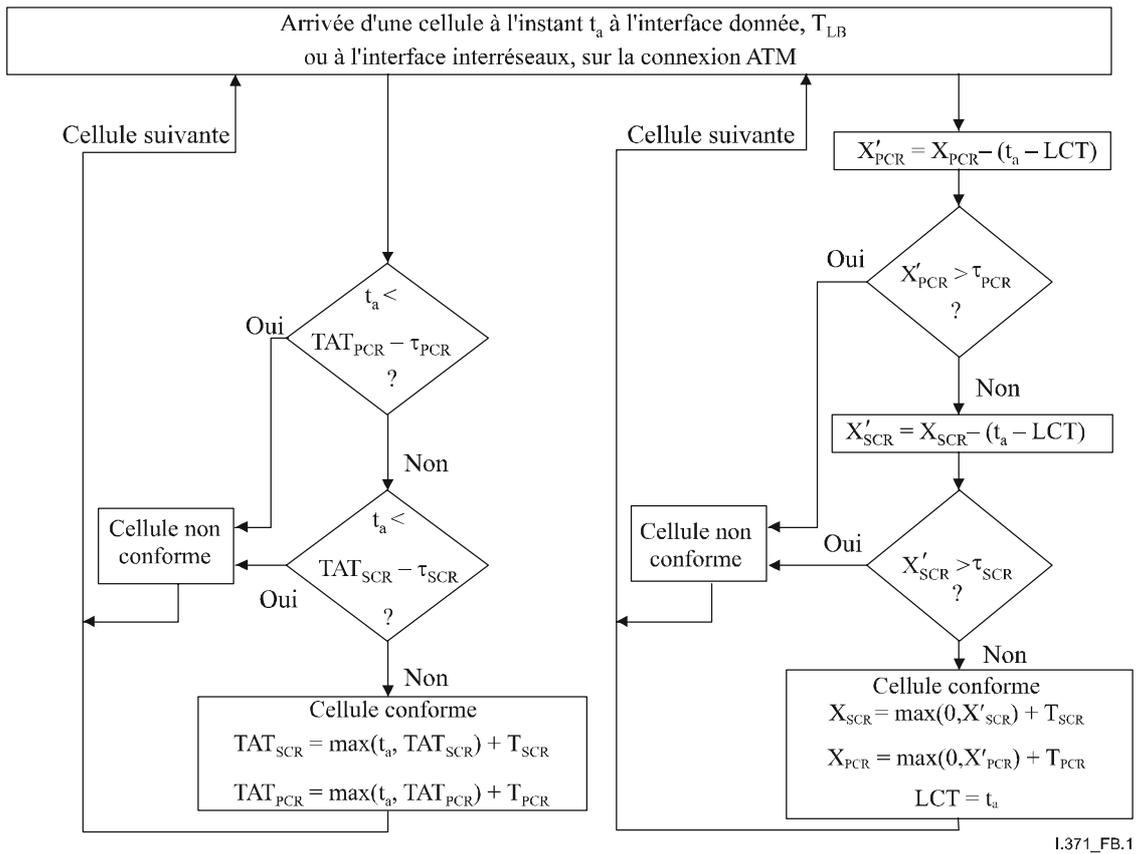
Suivant les étapes de l'algorithme du compteur à fuite continue (Figure A.1), à l'instant d'arrivée de la première cellule $t_a(1)$, le contenu du compteur X est mis à zéro et le dernier instant de conformité LCT est mis à la valeur $t_a(1)$. A l'instant d'arrivée de la cellule k^e $t_a(k)$, le contenu du compteur est en premier lieu provisoirement mis à jour à la valeur X' , qui est égale au contenu du compteur après l'arrivée de la dernière cellule conforme X moins le contenu qui s'est écoulé du compteur depuis cette arrivée, $[t_a(k) - LCT]$. Si X' est inférieur ou égal à la valeur limite τ , alors la cellule est conforme et le contenu du compteur X est mis à X' (ou à 0 si X' est négatif), plus la valeur incrémentielle T , et le dernier instant de conformité LCT est mis sur l'instant actuel $t_a(k)$. Si X' est supérieur à la valeur limite τ , alors la cellule est non conforme et les valeurs de X et de LCT demeurent inchangées.

NOTE – Les deux algorithmes présentés à la Figure A.1 sont équivalents en ce sens que, pour n'importe quelle séquence d'instant d'arrivée de cellule $\{t_a(k), k \geq 1\}$, l'un comme l'autre définissent les mêmes cellules conformes, donc les mêmes cellules non conformes. Ces deux algorithmes peuvent être facilement comparés si l'on constate qu'à chaque instant d'arrivée $t_a(k)$ et après qu'ils aient été appliqués, $TAT = X + LCT$.

Annexe B

Application de l'algorithme du débit cellulaire générique à la définition de conformité du débit statistique (SBR)

Les Figures B.1, B.2 et B.3 représentent respectivement l'algorithme de référence découlant de deux exemples d'application de l'algorithme du débit cellulaire générique (GCRA) en mode coordonné. Il est à noter que dans ces figures, T_{SCR} et T_{PCR} sont respectivement l'inverse du débit SCR et du débit PCR et que les paramètres τ_{SCR} et τ_{PCR} sont respectivement $\tau_{IBT} + \tau'_{SCR}$ et la tolérance sur la variation τ_{PCR} , les valeurs des paramètres de tolérance correspondant à l'interface donnée. Ces algorithmes de référence déterminent la conformité des cellules à l'interface donnée.



I.371_FB.1

Algorithme de programmation virtuelle

Algorithme du compteur à fuite continue

TAT_{SCR}, TAT_{PCR} instants d'arrivée théoriques

X_{SCR}, X_{PCR} valeurs des compteurs à fuite continue

X'_{SCR}, X'_{PCR} variables auxiliaires

LCT dernier instant de conformité

t_a instant d'arrivée d'une cellule à l'interface donnée

T_{SCR} réciproque de SCR pour un flux de cellules CLP = 0 + 1

T_{PCR} réciproque de PCR pour un flux de cellules CLP = 0 + 1

τ_{SCR} tolérance associée à T_{SCR} ($= \tau_{IBT} + \tau'_{SCR}$)

τ_{PCR} tolérance associée à T_{PCR}

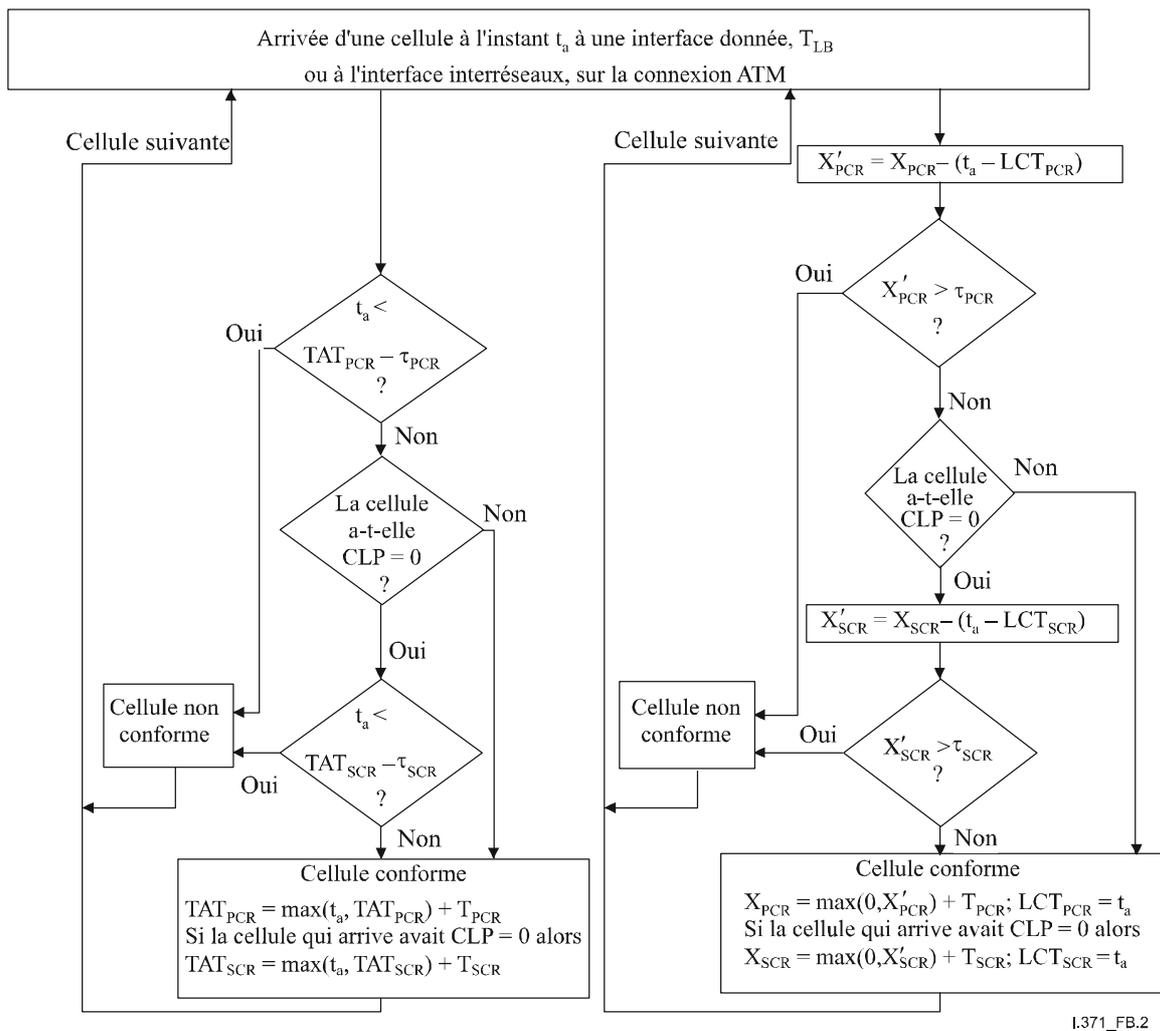
A l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion traversant l'interface donnée,

$$TAT_{SCR} = TAT_{PCR} = t_a$$

A l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion traversant l'interface donnée,

$$X_{SCR} = X_{PCR} = 0 \text{ et } LCT = t_a$$

Figure B.1/I.371 – Algorithme de référence pour des descripteurs de trafic de débit soutenable (SCR) et de débit cellulaire crête (PCR) pour un flux de cellules CLP = 0 + 1



Algorithme de programmation virtuelle

Algorithme du compteur à fuite continue

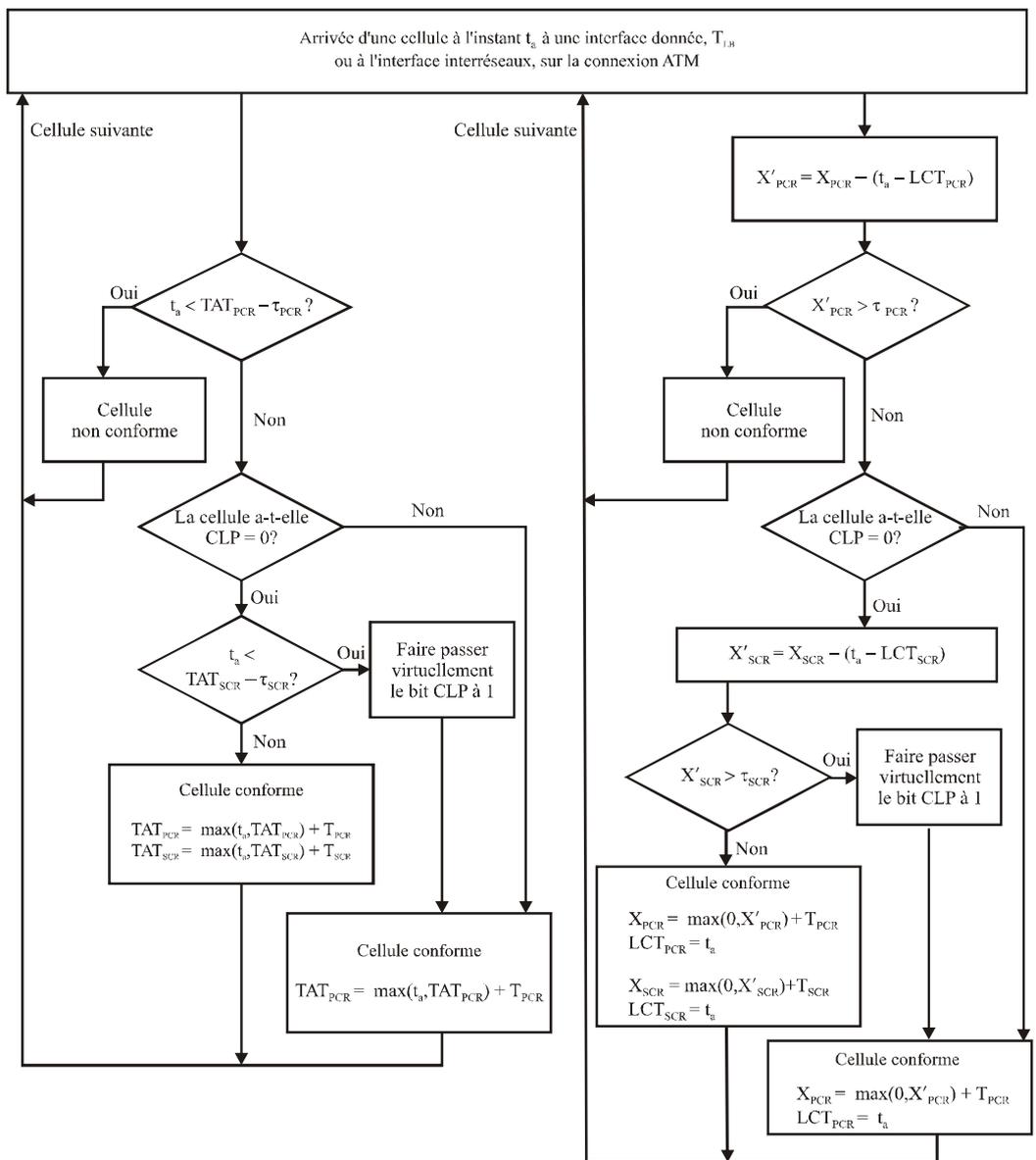
TAT_{SCR}, TAT_{PCR}	instants d'arrivée théoriques	X_{SCR}, X_{PCR}	valeurs des compteurs à fuite continue
		X'_{SCR}, X'_{PCR}	variables auxiliaires
		LCT_{SCR}, LCT_{PCR}	derniers instants de conformité

- t_a instant d'arrivée d'une cellule à l'interface donnée
- T_{SCR} réciproque de SCR pour un flux de cellules CLP = 0
- T_{PCR} réciproque de PCR pour un flux de cellules CLP = 0 + 1
- τ_{SCR} tolérance associée à T_{SCR} ($= \tau_{IBT} + \tau'_{SCR}$)
- τ_{PCR} tolérance associée à T_{PCR}

A l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion traversant l'interface donnée,
 $TAT_{SCR} = TAT_{PCR} = t_a$

A l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion traversant l'interface donnée,
 $X_{SCR} = X_{PCR} = 0$ et $LCT_{SCR} = LCT_{PCR} = t_a$

Figure B.2/I.371 – Algorithme de référence pour un descripteur de trafic de débit soutenable (SCR) pour un flux de cellules CLP = 0 et pour un descripteur de trafic pour un débit cellulaire crête (PCR) pour un flux de cellules CLP = 0 + 1 (Le marquage ne s'applique pas)



I.371_FB.3

Algorithme de programmation virtuelle

TAT_{SCR}, TAT_{PCR} instants d'arrivée théoriques

- t_a instant d'arrivée d'une cellule à l'interface donnée
- T_{SCR} réciproque de SCR pour un flux de cellules CLP = 0
- T_{PCR} réciproque de PCR pour un flux de cellules CLP = 0 + 1
- τ_{SCR} tolérance associée à T_{SCR} ($= \tau_{BT} + \tau'_{SCR}$)
- τ_{PCR} tolérance associée à T_{PCR}

A l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion traversant l'interface donnée,

$$TAT_{SCR} = TAT_{PCR} = t_a$$

Algorithme du compteur à fuite continue

X_{SCR}, X_{PCR} valeurs des compteurs à fuite continue

X'_{SCR}, X'_{PCR} variables auxiliaires

LCT_{SCR}, LCT_{PCR} derniers instants de conformité

A l'instant d'arrivée t_a de la première cellule de la connexion traversant l'interface donnée,

$$X_{SCR} = X_{PCR} = 0 \text{ et } LCT_{SCR} = LCT_{PCR} = t_a$$

Figure B.3/I.371 – Algorithme de référence pour un descripteur de trafic de débit soutenable (SCR) pour un flux de cellules CLP = 0 et pour un descripteur de trafic pour un débit cellulaire crête (PCR) pour un flux de cellules CLP = 0 + 1 (Le marquage s'applique)

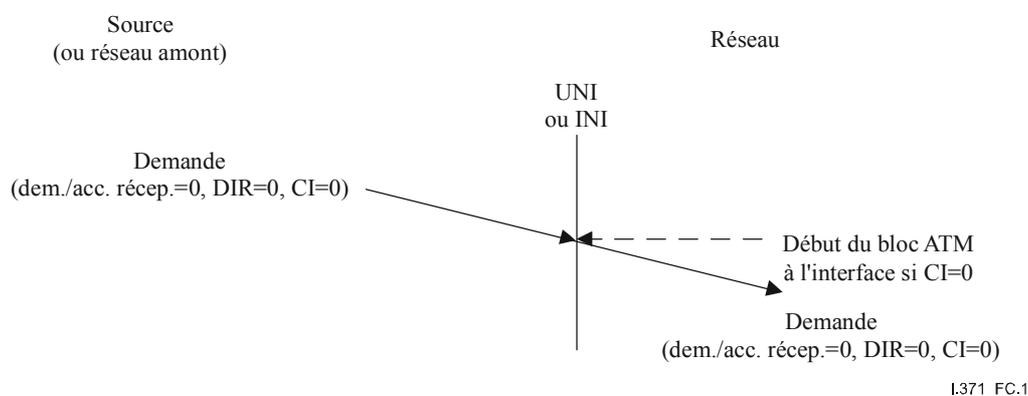
Annexe C

Messages de commande ABT/DT à travers une interface normalisée

En mode ABT/DT, il est possible de modifier le débit cellulaire de bloc (BCR, *block cell rate*) comme indiqué ci-dessous par l'échange, à travers une interface normalisée, des messages suivants:

- 1) réduction du débit BCR (cellule RM de demande) déclenchée par la source: la source réduit immédiatement son débit de transmission sans attendre que le réseau lui envoie une cellule RM de réponse – Figure C.1;
- 2) augmentation du débit BCR (cellule RM de demande) déclenchée par la source: la source attend que le réseau lui envoie une cellule RM de réponse (cellule RM d'accusé de réception), laquelle est émise par l'interface UNI de sortie; celle-ci envoie en outre à la destination une demande d'augmentation du débit BCR, dont il n'est pas accusé réception – Figure C.2;
- 3) modification du débit BCR (cellule RM de demande) déclenchée par la destination: une demande de modification du débit BCR (lorsqu'elle aboutit) est envoyée par le nœud d'entrée à la source, laquelle envoie un accusé de réception à la destination – Figure C.3;
- 4) modification du débit BCR déclenchée par le réseau dans le sens direct (en cas de non-conformité ou si le débit SCR est égal à 0): le réseau envoie un accusé de réception de modification de largeur de bande à l'utilisateur, qui en accuse réception – Figure C.4.

Comme le montrent les Figures C.1 à C.4, le début d'un bloc ATM coïncide avec la fin du bloc ATM précédent, sauf dans le cas du premier bloc. Ces figures ne s'appliquent à l'heure actuelle qu'au mode rigide (bit élastique/rigide mis à 1).



**Figure C.1/I.371 – Réduction du débit BCR déclenchée par la source
(cellules RM avec maintenance = 0 et gestion du trafic = 0, bit élastique/rigide = 1)**

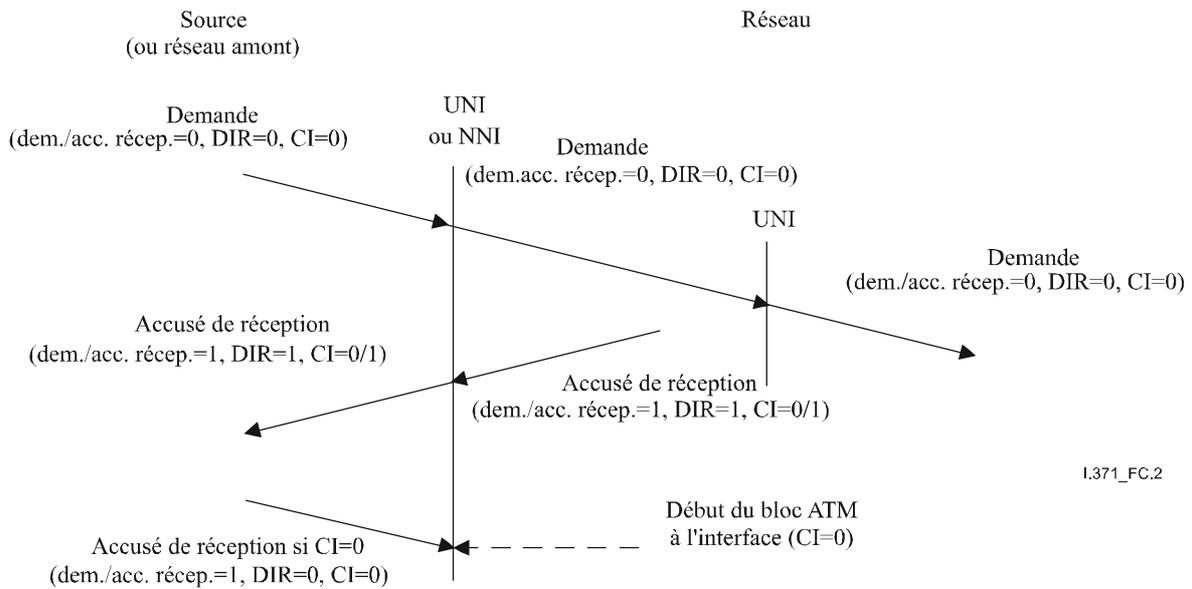


Figure C.2/I.371 – Augmentation du débit BCR déclenchée par la source (cellules RM avec maintenance = 0 et gestion du trafic = 0, bit élastique/rigide = 1)

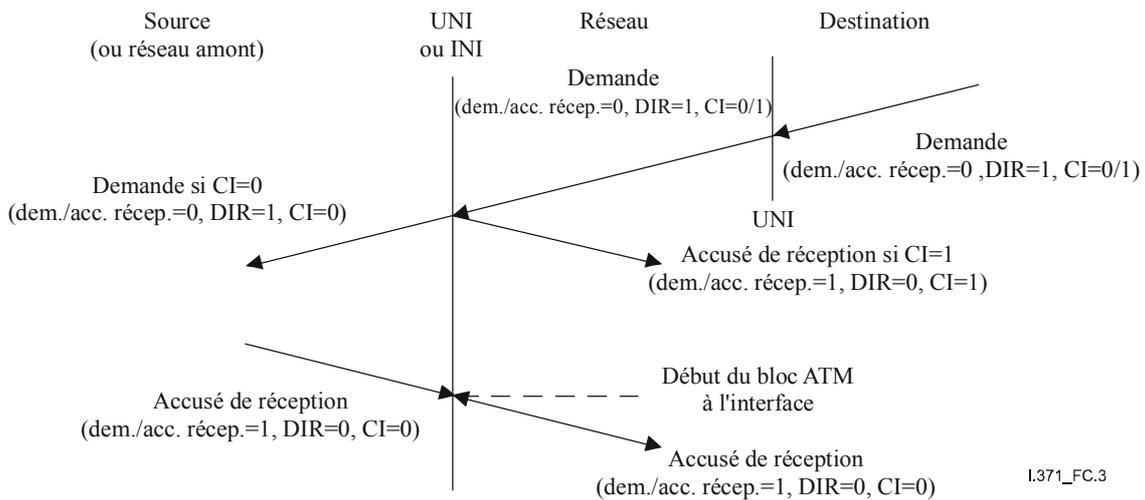
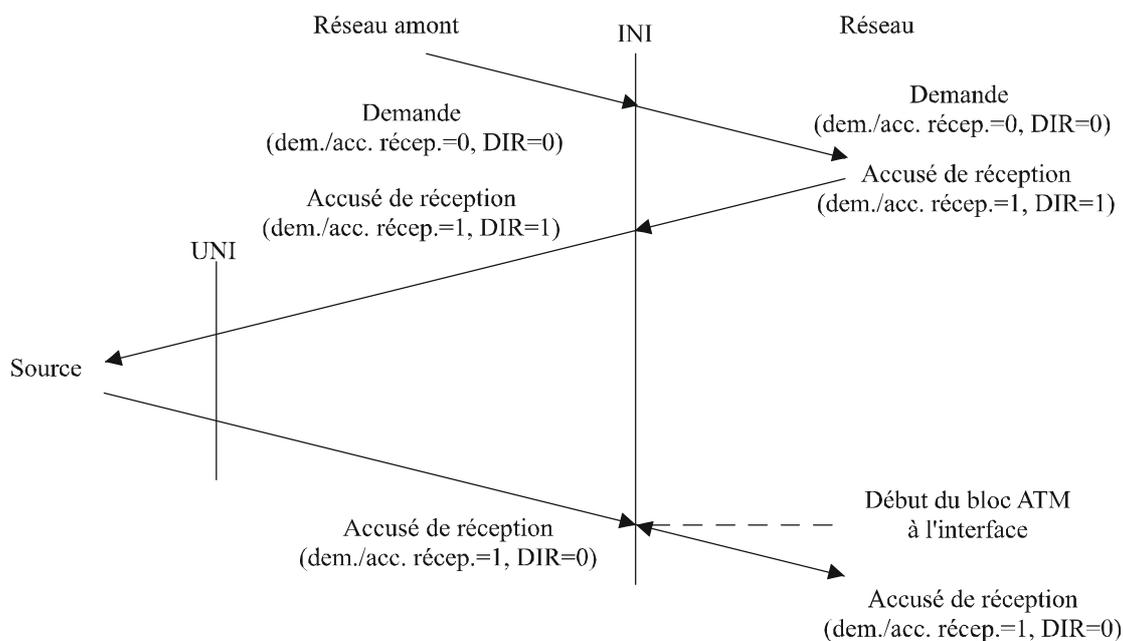


Figure C.3/I.371 – Modification du débit BCR déclenchée par la destination (cellules RM avec maintenance = 0 et gestion du trafic = 0, bit élastique/rigide = 1)



I.371_FC.4

Figure C.4/I.371 – Modification du débit BCR déclenchée par le réseau dans le sens direct (cellules RM avec maintenance = 0, gestion du trafic = 1, CI = 0, bit élastique/rigide = 1)

Annexe D

Messages de commande ABT/IT à travers une interface normalisée

En mode ABT/IT, il est possible de modifier le débit cellulaire de bloc (BCR) comme indiqué ci-dessous par l'échange, à travers une interface normalisée, des messages suivants:

- 1) modification du débit BCR (cellule RM de demande) déclenchée par la source: la source modifie immédiatement son débit de transmission sans attendre que le réseau lui envoie une cellule RM de réponse – Figure D.1;
- 2) modification du débit BCR déclenchée par le réseau dans le sens direct (en cas de non-conformité ou si le débit SCR est égal à 0): le réseau envoie une demande de modification de largeur de bande à la destination, qui envoie alors un accusé de réception à la source, qui à son tour en accuse réception – Figure D.2.

Comme le montrent les Figures D.1 et D.2, le début d'un bloc ATM coïncide avec la fin du bloc ATM précédent, sauf dans le cas du premier bloc. Ces figures ne s'appliquent à l'heure actuelle qu'au mode rigide (bit élastique/rigide mis à 1).

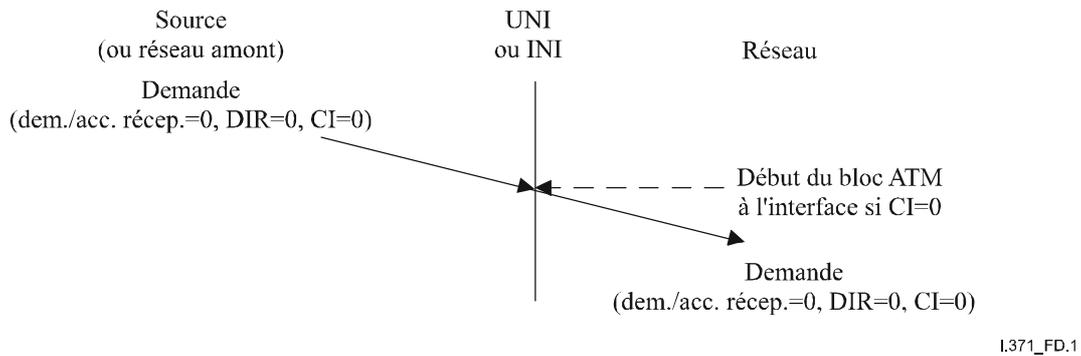


Figure D.1/I.371 – Modification du débit BCR déclenchée par la source (cellules RM avec maintenance = 0 et gestion du trafic = 0, bit élastique/rigide = 1)

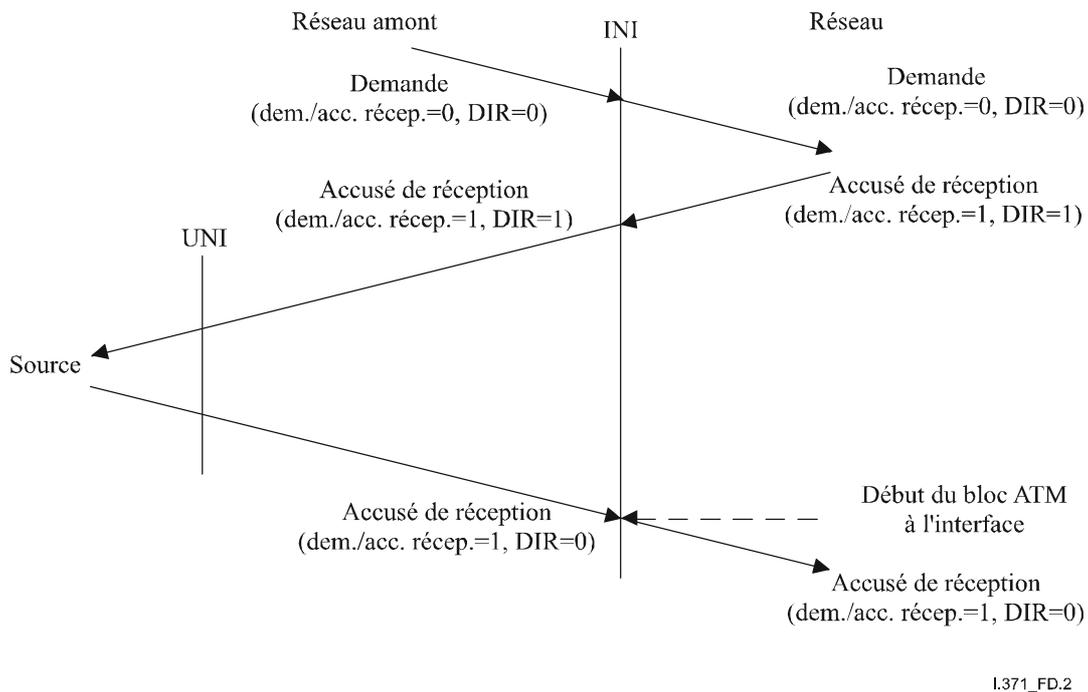


Figure D.2/I.371 – Modification du débit BCR déclenchée par le réseau dans le sens direct (cellules RM avec maintenance = 0, gestion du trafic = 1, CI = 0, bit élastique/rigide = 1)

Annexe E

Evitement de plusieurs négociations du débit BCR en instance

Les principes de priorité suivants sont introduits entre les différentes négociations du débit BCR déclenchées par le réseau sur un réseau donné pour éviter plusieurs négociations du débit BCR en instance sur un réseau:

- 1) une demande de négociation du débit BCR déclenchée par un réseau en amont est prioritaire par rapport à une négociation du débit BCR déclenchée par le réseau en question ou par un réseau en aval. Selon ce principe de priorité, il convient qu'un réseau interrompe la négociation du débit BCR, lorsqu'une négociation du débit BCR à faible priorité est en

instance, pour permettre le traitement d'une négociation du débit BCR d'un niveau de priorité supérieur;

- 2) si une négociation du débit BCR a été déclenchée par le réseau en question ou par un réseau en amont, il convient que le réseau en question refuse toute demande de négociation du débit BCR émanant d'un réseau situé en aval.

Pour permettre l'implémentation de ces principes de priorité entre les négociations du débit BCR, il est souhaitable que les négociations du débit BCR traitées par un réseau donné ne soient pas identifiées par le même numéro de séquence. Il convient que le numéro de séquence de la réponse donnée par un réseau suite à une demande de BCR soit compatible avec le numéro de séquence de la demande et avec les principes de priorité entre les négociations du débit BCR déclenchées par le réseau. Différentes méthodes permettant de satisfaire à cette prescription sont décrites dans l'Appendice V.

L'interruption et le refus des négociations du débit BCR sont réalisés par la mise à l'écart physique des cellules RM de demande ou d'accusé de réception de manière à ce que ces cellules ne franchissent pas l'interface normalisée. Des exemples d'application des principes de priorité au transfert ABT avec transmission différée sont illustrés aux Figures E.1 et E.2.

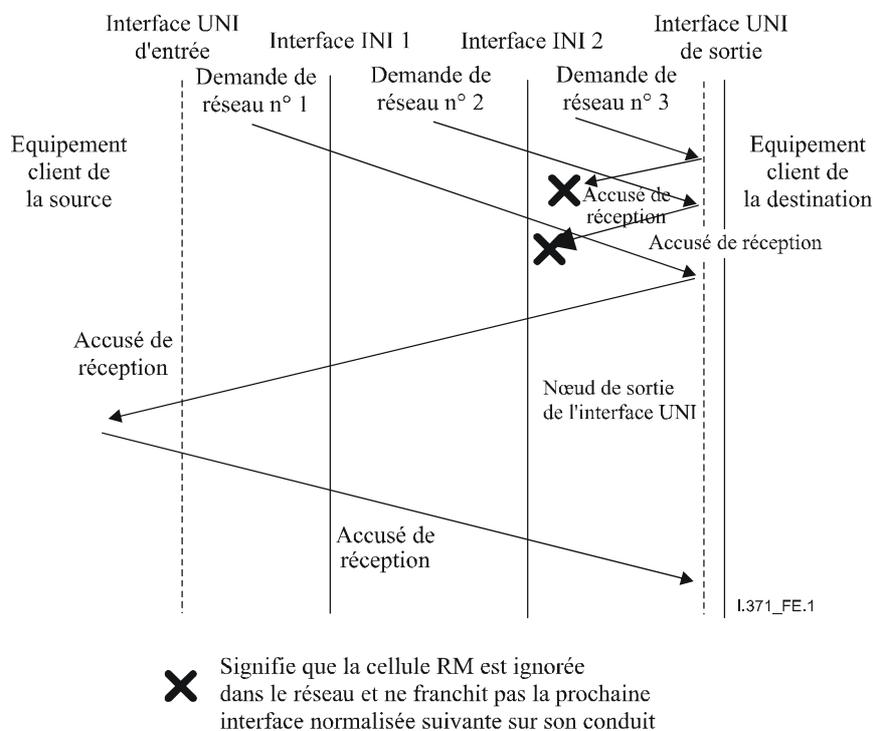
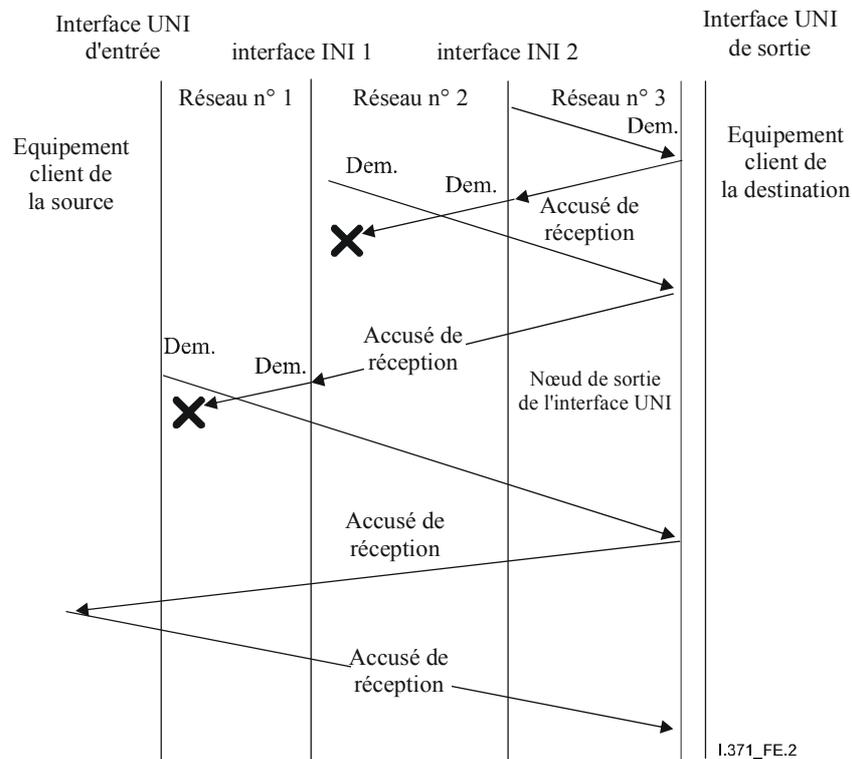


Figure E.1/I.371 – Refus de négociation du débit BCR dans le réseau de départ, ou un réseau en aval (les cellules RM ont différents numéros de séquence)



I.371_FE.2

✘ Signifie que la cellule RM est ignorée dans le réseau et ne franchit pas la prochaine interface normalisée suivante sur son conduit

Figure E.2/I.371 – Refus de négociation du débit BCR dans un réseau en amont, (les cellules RM ont différents numéros de séquence)

Annexe F

Messages de commande ABR à travers une interface normalisée

La capacité ABR permet à la source d'obtenir une rétroaction sur les caractéristiques de transfert de la connexion par les deux moyens suivants:

- 1) émission d'une cellule RM renvoyée en boucle par la destination, avec possibilité pour certains éléments du réseau et la destination de modifier le débit ECR, la longueur de la file d'attente, l'indication CI ou les champs NI. Voir la Figure F.1 pour le cas d'une cellule RM en instance sur la connexion bidirectionnelle et la Figure F.2 pour le cas de cellules RM multiples en instance;
- 2) émission, par un élément du réseau ou la destination, d'une cellule RM vers l'arrière (sens retour). Voir la Figure F.3.

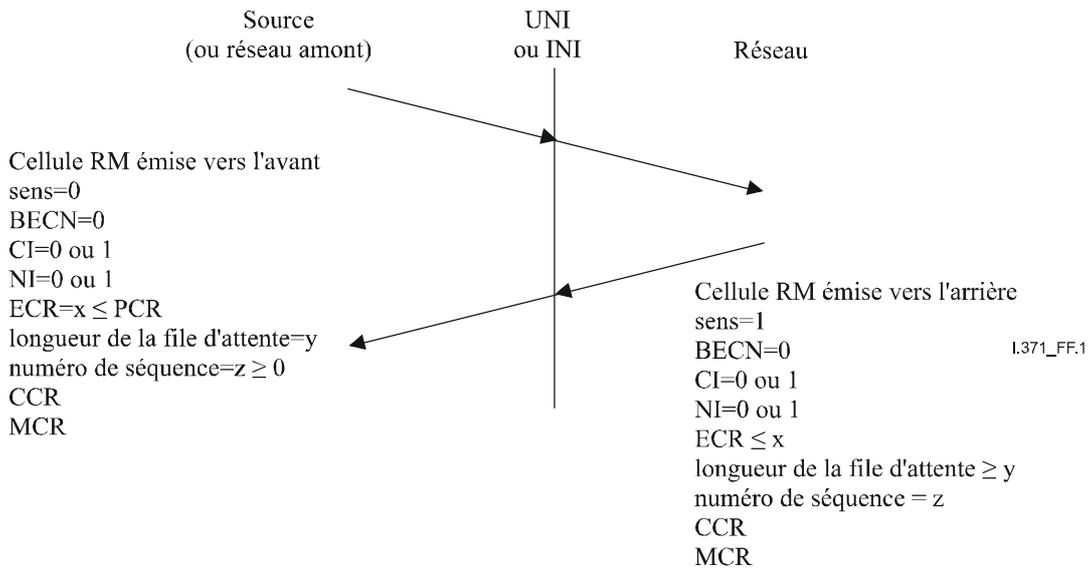
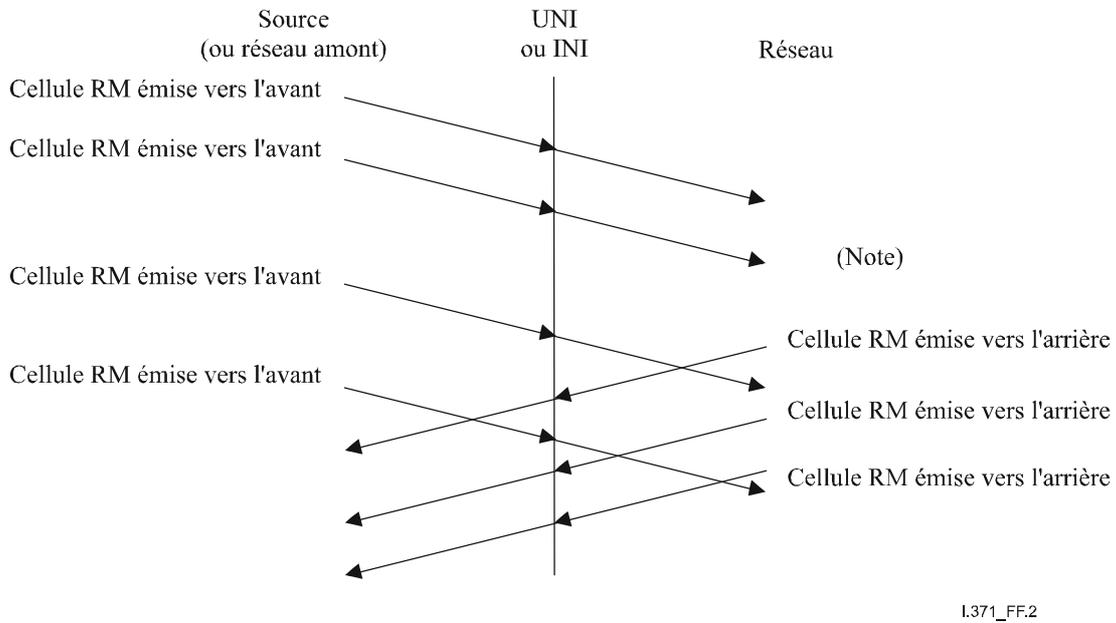


Figure F.1/I.371 – Cellule RM unique en instance sur la connexion bidirectionnelle



NOTE – A l'appui de notre propos, on admet ici que la destination n'a pas encore procédé à l'inversion du sens de transmission de la précédente cellule RM émise vers l'avant au moment où lui parvient celle qui est en cours; la destination ignore ladite cellule RM précédente et renvoie la cellule RM en cours dans l'autre sens.

Figure F.2/I.371 – Cellules RM multiples en instance sur la connexion bidirectionnelle, avec inversion, par la destination, du sens de transmission d'une cellule RM

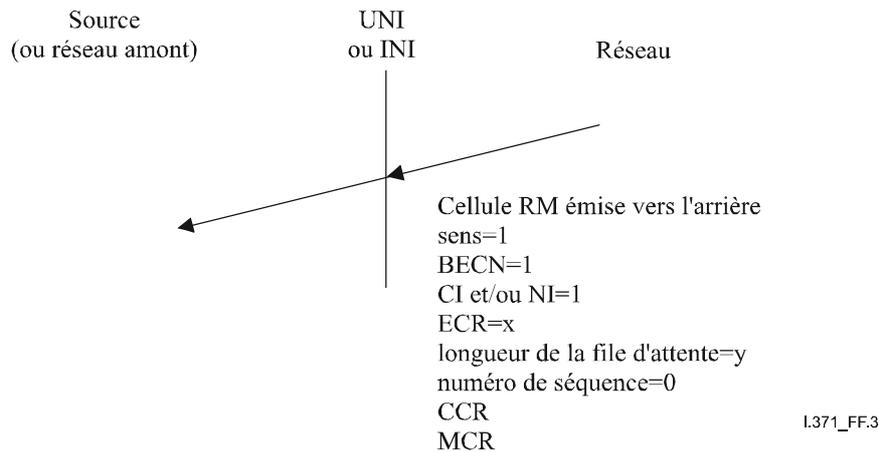


Figure F.3/I.371 – Cellule RM émise sur la connexion vers l'arrière par un élément du réseau ou par la destination

Appendice I

Exemples d'application du terminal équivalent pour la définition du débit cellulaire crête

Un terminal équivalent a été utilisé au § 5.4.1 pour définir le débit cellulaire crête d'une connexion ATM. Les deux exemples suivants ont pour objet de clarifier le concept d'intervalle T d'émission crête et celui de tolérance τ sur la variation du temps de propagation des cellules (CDV) nécessaire au point T_{LB} .

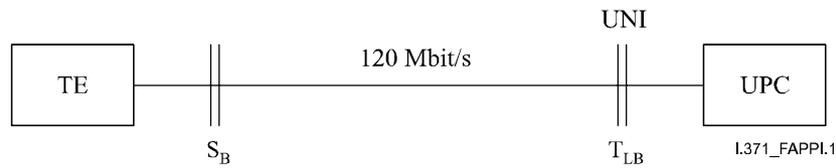
Pour la simplicité de l'exposé, le taux de transmission en T_{LB} est d'environ 150 Mbit/s. Δ est la durée du cycle cellulaire à l'interface T_{LB} .

La terminologie utilisée est celle de l'algorithme de programmation virtuelle tel qu'il est représenté à la Figure A.1.

I.1 Configuration 1

Cette configuration (Figure I.1) est constituée d'un terminal unique connecté à T_{LB} par une connexion de voie virtuelle (VCC) unique point à point.

Les primitives de demande de données ATM_PDU sont générées tous les $T = 1.25 \Delta$. Cela correspond au débit crête de 120 Mbit/s.



Intervalle T d'émission crête = $1,25 \Delta$
 Débit cellulaire crête = $1/T$
 Tolérance τ sur la variation CDV nécessaire au point $T_{LB} = 0,75 \Delta$

Figure I.1/I.371 – Configuration de trafic 1

La Figure I.2 représente la succession des événements de base sur une échelle de temps et indique la tolérance τ sur la variation du temps de propagation des cellules (CDV) nécessaire au point T_{LB} de la configuration 1.

Pour la simplicité de l'exposé, on a supposé le temps de propagation entre le terminal et T_{LB} égal à zéro.

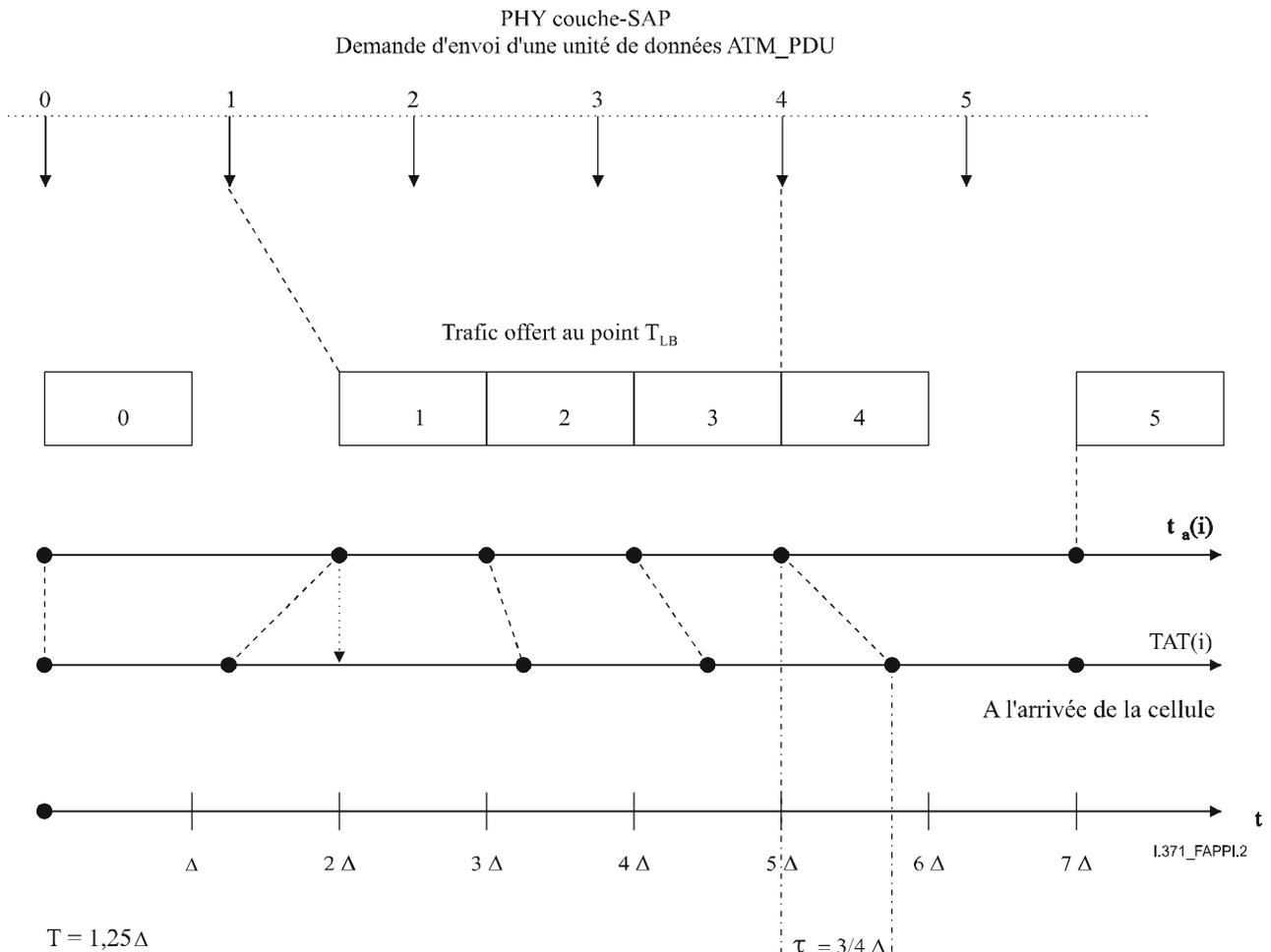


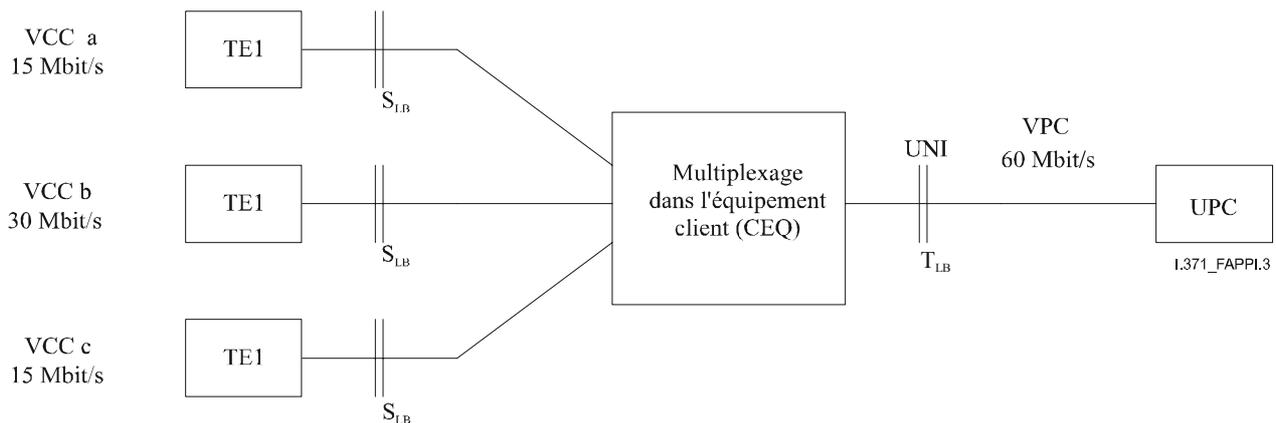
Figure I.2/I.371 – Illustration de la tolérance τ sur la variation CDV pour la configuration de trafic 1

I.2 Configuration 2

Cette configuration (Figure I.3) est constituée de trois terminaux offrant chacun un trafic sur des connexions VCC différentes. Ces trois connexions VCC sont multiplexées dans l'équipement client (CEQ, *customer equipment*) sur une connexion VPC.

Les terminaux génèrent des primitives de demande de données ATM_PDU respectivement tous les 10Δ , 5Δ et 10Δ , ce qui correspond respectivement à des débits crête de 15 Mbit/s, 30 Mbit/s et 15 Mbit/s.

L'intervalle d'émission crête de la connexion VPC qui en résulte est $T = 2,5 \Delta$, ce qui correspond à un débit crête de 60 Mbit/s.



Intervalle T d'émission crête = $2,5 \Delta$

Débit cellulaire crête = $1/T$

Tolérance sur la variation CDV nécessaire au point $T_{LB} = 3 \Delta$

Figure I.3/I.371 – Configuration de trafic 2

La Figure I.4 représente les événements de base et la tolérance τ sur la variation CDV nécessaire au point T_{LB} correspondant à la configuration 2.

Cette figure reprend la terminologie ainsi que de nombreux éléments de la Figure I.2.

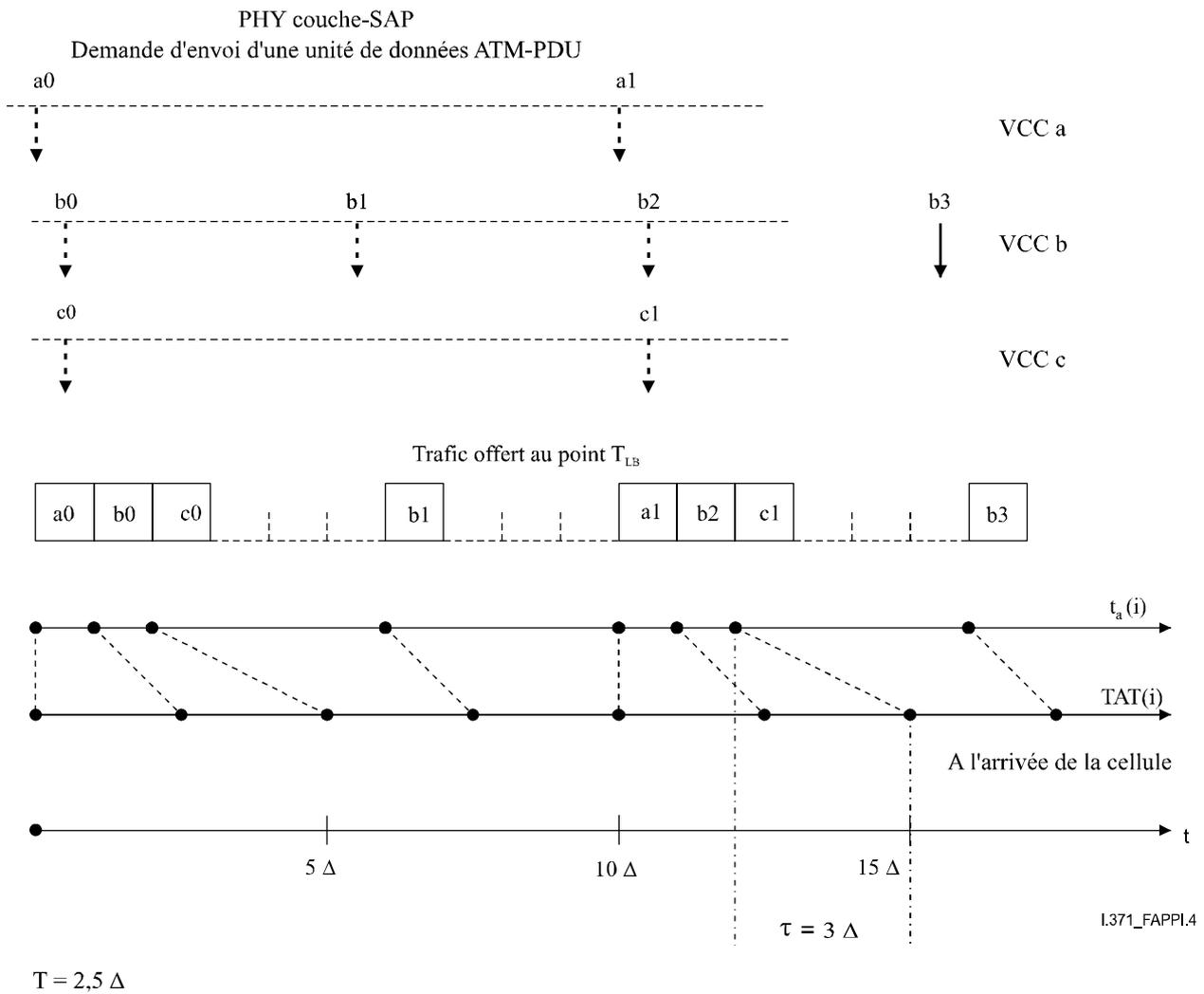


Figure I.4/I.371 – Illustration de la tolérance τ sur la variation CDV pour la configuration de trafic 2

Appendice II

Règles de transcodage découlant de l'information de signalisation sur les paramètres de trafic OAM dans la couche ATM

La version actuelle de la Rec. UIT-T Q.2931 n'autorise à signaler que les débits PCR composites (données d'utilisateur plus flux OAM d'utilisateur). La présente Recommandation autorise également à déclarer explicitement la présence du flux de cellules OAM d'utilisateur, sans indication explicite de la valeur PCR OAM. La déclaration n'est qu'implicite: le débit PCR pour la composante OAM d'utilisateur est de 1 cellule par seconde, de 1% du débit PCR de données d'utilisateur ou de 0,1% de ce débit PCR.

En outre, la Rec. UIT-T Q.2931 n'indique pas comment négocier communication par communication la ou les valeurs de tolérance sur la variation CDV. L'utilisateur et le réseau doivent s'en tenir à des valeurs par défaut, négociées à l'abonnement, par exemple. Il est donc nécessaire de spécifier des règles pour le calcul de la tolérance sur la variation CDV correspondant à une déclaration séparée ou globale d'une composante OAM. Ces règles peuvent être utilisées par un utilisateur pour une déclaration implicite de la ou les tolérances sur la variation CDV correspondant à sa connexion.

Supposons que $T_{PCR}(agg)$ est l'intervalle PEI composite signalé et que $\tau_{PCR}(data)$ est la valeur de la tolérance sur la variation CDV pour le trafic de données d'utilisateur. Supposons également que p_{OAM} désigne l'indicateur OAM du message de signalisation. Cet indicateur prend les valeurs 0, 10^{-3} ou 10^{-2} . A supposer que le flux OAM total soit de type PM vers l'avant, le nombre nominal de cellules dans un bloc de cellules sera de 999 ou de 99, selon la valeur prise par P_{OAM} (si P_{OAM} est égal à 0, il n'y a pas d'autre flux de cellules OAM d'utilisateur que le flux de cellules de gestion des dérangements). A noter que les valeurs 99 et 999 ne sont pas des valeurs normalisées pour les tailles de blocs OAM indiquées dans la Rec. UIT-T I.610.

Les trois grandeurs $T_{PCR}(agg)$, $\tau_{PCR}(data)$ et P_{OAM} sont réputées connues dans le reste de l'Appendice II.

Dans le cas d'une définition de conformité séparée, les valeurs par défaut des descripteurs de trafic sont indiquées comme suit:

$$T_{PCR}(OAM) = \tau_{PCR}(OAM) = \frac{T_{PCR}(agg)}{P_{OAM}}$$
$$T_{PCR}(data) = \frac{T_{PCR}(agg)}{1 - P_{OAM}}$$

Dans le cas d'une définition de conformité globale, les valeurs par défaut des descripteurs de trafic sont indiquées comme suit:

$$\tau_{PCR}(agg) = T_{PCR}(agg) + \tau_{PCR}(data)$$

Appendice III

Caractéristiques du débit de l'algorithme du débit cellulaire générique (GCRA)

Le présent appendice décrit un phénomène inattendu de mise à l'écart de cellules en cas d'application de l'algorithme de test de conformité de référence ou de l'algorithme du débit cellulaire générique (GCRA) à un flux CBR d'un débit légèrement supérieur au débit PCR convenu pour cet algorithme. Cette situation de mise à l'écart peut se produire, par exemple, au cours d'un essai d'implémentation d'une commande UPC.

L'exemple qui suit illustre ce phénomène de mise à l'écart:

Pour la simplicité de l'exposé, considérons par hypothèse une connexion à débit dans laquelle un seul paramètre de trafic à débit cellulaire crête s'applique au flux de cellules $CLP = 0 + 1$ généré par l'utilisateur. La variation du temps de propagation des cellules que subit le flux des cellules est uniquement introduite par l'accès au support de transfert à intervalles de temps ATM. On suppose en outre que les variables d'état utilisées dans l'algorithme GCRA ont une précision infinie et qu'elles ne sont pas limitées. Enfin, on suppose que toute cellule identifiée comme étant non conforme est par la suite ignorée. Les symboles suivants sont définis:

- Λ_c : débit PCR négocié avec intervalle d'émission crête correspondant $T_c = \frac{1}{\Lambda_c}$
- Λ_{in} : débit PCR d'entrée offert par l'algorithme GCRA avec intervalle d'émission crête correspondant $T_{in} = \frac{1}{\Lambda_{in}}$

Supposons que l'algorithme GCRA corresponde à l'intervalle T_c et que l'utilisateur génère le trafic CBR avec un intervalle d'émission crête $T_{in} = \frac{99}{100} T_c$. Cette situation correspond à un trafic excédentaire caractérisé par $\Delta = \frac{\Lambda_{in} - \Lambda_c}{\Lambda_c} = \frac{1}{99}$. En d'autres termes le trafic effectivement généré par l'utilisateur excède d'environ 1% le volume de trafic qu'il est censé générer.

Notons que dans l'hypothèse où l'algorithme GCRA est mis à une valeur T_c et à une tolérance τ donnée et où arrive une cellule qui n'est pas ignorée, l'expression $TAT - t_a$ correspondant à cet algorithme augmente selon l'expression $T_c - T_{in} = \frac{T_c}{100}$ par rapport à la valeur de cette même expression à l'arrivée de la précédente cellule générée par l'utilisateur.

Par voie de conséquence:

- si $\tau = \frac{T_c}{100}$, une cellule sur trois est perdue;
- si $\tau = \frac{T_c}{20}$, chaque 7^e cellule est perdue.

Cela montre que le taux de mise à l'écart des cellules (DR, *discard ratio*) dépend étroitement de la tolérance sur la variation CDV utilisée dans l'algorithme GCRA et que sa valeur peut dépasser considérablement la valeur escomptée empiriquement pour DR, à savoir Δ ($\approx 1\%$). En général, on peut démontrer que la relation suivante se vérifie approximativement:

$$\text{pour } \Delta \ll 1 \text{ et } \tau \leq T_c, DR \approx \frac{T_c}{\tau} \Delta \text{ et pour } \tau \geq T_c, DR = \Delta$$

Il découle de ce qui précède que ce phénomène inattendu de mise à l'écart de cellules ne peut s'observer que si la valeur choisie pour τ est inférieure à la valeur choisie pour T_c .

Appendice IV

Caractéristiques de précision requises pour les commandes UPC/NPC

Les caractéristiques de précision spécifiées au § 7.2.3.2.1 pour les commandes de paramètre d'utilisation et de réseau (UPC/NPC) garantissent que, pour une connexion donnée, le nombre de cellules ignorées au niveau de la commande UPC ne dépassera pas le nombre de cellules identifiées comme étant non conformes au cours d'un test de conformité effectué à l'interface UNI. Il est toutefois possible, compte tenu des caractéristiques de précision actuellement spécifiées pour la commande UPC, que le débit cellulaire imposé par la commande UPC soit supérieur au débit cellulaire retenu pour le test de conformité effectué à l'interface UNI. La seule caractéristique de précision imposée à l'interface UNI est que la commande UPC soit capable de coder un débit cellulaire excédant au plus de 1% le débit cellulaire retenu dans la définition de conformité. Cette prescription s'applique aux débits cellulaires supérieurs ou égaux à 160 cellules/s; pour les débits cellulaires de 100 à 160 cellules/s, la seule condition imposée est que le débit de codage ne dépasse pas de plus de 1,6 cellule/s le débit cellulaire retenu dans la définition de conformité. Ces prescriptions s'appliquent aussi bien au débit cellulaire PCR qu'au débit SCR.

En conséquence, le nombre de cellules d'une connexion ignorées au niveau d'une commande UPC conforme à ces caractéristiques de précision peut être inférieur au nombre de cellules non conformes à l'interface UNI.

A l'établissement de cette connexion à l'interface UNI, il peut se faire que le débit codé par la commande NPC soit compris entre le débit codé par la commande UPC et le débit retenu dans la définition de conformité. En pareil cas, la commande NPC pourra ignorer les cellules en surnombre qui auraient été ignorées au niveau de la commande UPC si celle-ci avait utilisé le débit de conformité ou un débit intermédiaire entre le débit de conformité et le débit codé par la commande NPC.

Bien qu'il soit autorisé du point de vue de la conformité, cette mise à l'écart des cellules en surnombre par la commande NPC pourrait engendrer des difficultés au cas où un contrôle de la performance serait effectué sur un segment commençant après la commande UPC et traversant une ou plusieurs commandes NPC. En pareil cas, les cellules en surnombre ignorées par les commandes NPC seront comptabilisées comme cellules perdues. Cela risque alors d'entraîner un accroissement du nombre de blocs de cellules erronées.

En outre, les caractéristiques de précision spécifiées pour la commande UPC s'appliquent aux capacités de la commande UPC et non pas à la manière dont un exploitant de réseau choisit d'utiliser cette commande. En particulier, un exploitant de réseau peut choisir de retenir une marge de plus de 1% pour les paramètres de la commande UPC.

Notons en outre que ce problème ne se pose que si la connexion comporte des cellules non conformes à l'interface UNI.

S'ils décident de mettre en service un segment de contrôle de la performance à travers une ou plusieurs commandes NPC, deux exploitants de réseau ou plus peuvent améliorer la précision des contrôles auxquels ils procéderont en réglant les commandes NPC concernées à un débit cellulaire supérieur ou égal au débit cellulaire codé au niveau de la commande UPC.

Appendice V

Exemples de méthodes permettant d'assurer l'homogénéité de la numérotation des cellules RM dans le transfert ABT

Afin d'implémenter le schéma de priorité (décrit dans l'Annexe E), qui permet de différencier des demandes de BCR déclenchées par le réseau pouvant entrer en conflit les unes avec les autres, il peut être nécessaire de se fonder sur la valeur du numéro de séquence (SN, *sequence number*). Ceci est uniquement possible si les cellules qui correspondent à différentes négociations du débit BCR se voient attribuées différents numéros SN. Il est toutefois possible que des cellules RM de demande produites par différents réseaux portent des numéros SN identiques, sauf si un schéma spécifique est implémenté. Aucun schéma n'est actuellement recommandé pour assurer cette propriété. La présente annexe décrit trois méthodes possibles.

V.1 Segmentation du champ de numéro SN entre les différents réseaux

Il est possible de segmenter le codage du champ de numéro SN de 4 octets entre les réseaux de la connexion. Ceci éviterait évidemment l'identification de deux différentes négociations du débit BCR par le même numéro SN, puisqu'il convient qu'un réseau donné s'abstienne de déclencher une nouvelle renégociation du débit BCR pendant qu'une renégociation dont il est l'auteur est déjà en instance.

V.2 Traitement spécifique du champ de numéro SN

Si un réseau traite par exemple une négociation du débit BCR identifiée par un numéro de séquence donné et si ce réseau reçoit une demande de BCR d'une priorité supérieure mais avec la même valeur de numéro SN, le réseau peut modifier le numéro de séquence de cette dernière transaction du débit BCR pour le traitement dans le réseau donné et dans les réseaux situés en aval. Il convient cependant que le réseau en question rétablisse la valeur initiale du numéro de séquence dans la réponse aux réseaux situés en amont. Les actions exécutées lorsque différentes cellules RM ont les mêmes valeurs de numéro de séquence sont décrites à la Figure V.1.

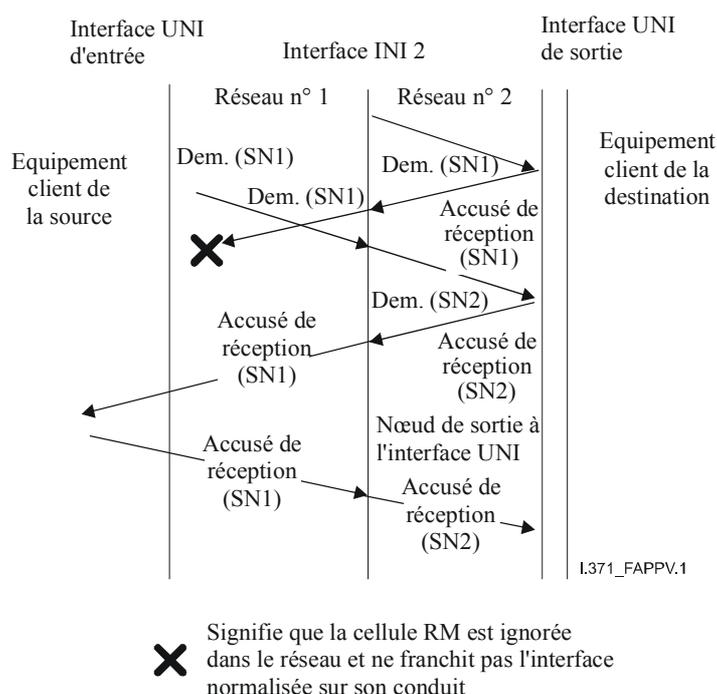


Figure V.1/I.371 – Evitement de conflits entre les numéros de séquence

V.3 Segmentation du champ de numéro SN pour indiquer l'emplacement relatif de la cellule RM

Il est possible d'envisager le schéma suivant: sur les quatre octets disponibles dans le champ d'une cellule RM de transfert ABT, trois sont utilisés pour attribuer un numéro (NA) à chaque cellule RM produite, et l'un (RL) pour identifier le lieu du réseau où elle est observée à un instant donné par rapport au réseau qui l'a produite.

- Une cellule est produite par le réseau dans le sens aller comme cellule de demande avec un NA donné et $RL = 0$;
- Le numéro NA n'est pas modifié lorsqu'une cellule franchit une interface;
- Lorsque la demande franchit une interface normalisée, l'octet RL est augmenté de 1;
- Lorsque la cellule est renvoyée en tant qu'accusé de réception (Ack) à l'interface UNI de destination, l'octet RL est inchangé;
- Lorsque l'accusé de réception franchit une interface normalisée, l'octet RL est réduit de 1 jusqu'à ce que l'octet $RL = 0$;
- La cellule d'accusé de réception est alors transmise par l'interface comme une demande avec l'octet $RL = 1$;
- Lorsque la demande franchit une interface normalisée, l'octet RL est augmenté de 1.

Le schéma ci-dessus assure que, dans le réseau qui a produit la renégociation du BCR, une cellule d'accusé de réception qui correspond à une cellule de demande donnée, transporte exactement le même numéro de séquence (NA, RL). Deux cellules RM produites dans différents réseaux ont en outre forcément différents numéros de séquence (différentes valeurs RL).

Afin d'identifier le niveau de priorité d'une cellule donnée, le numéro (NA, RL) transporté par la cellule RM/Req est stocké à l'interface donnée. A la réception d'un accusé de réception (Ack), ou d'une autre demande (Req), il est possible d'identifier la cellule avec la priorité la plus élevée.

Appendice VI

Calcul des paramètres de définition de conformité pour le transfert de bloc ATM

Considérons une connexion de transfert de bloc ATM conforme au débit cellulaire crête $1/T$, au débit soutenable Λ_{SCR}^0 , et la taille maximale des blocs MBS^0 au point PHY-SAP du terminal équivalent. Ces paramètres sont spécifiés dans le contrat de trafic. De plus, les flux cellulaires RM de demande d'utilisateur dans le sens aller et dans le sens retour à l'interface considérée sont conformes aux algorithmes $GCR A(T_{RM}, \tau_{RM})$ et $GCR A(T'_{RM}, \tau'_{RM})$. Le nombre $S(0,t)$ de cellules qui peut être transmis au point PHY-SAP du terminal équivalent dans l'intervalle de temps $(0,t)$ satisfait:

$$S(0,t) = \sum_{\substack{\text{nombre de blocs} \\ \text{ATM en } (0,t)}} \rho_i (t_i^d - t_i^f) \leq \Lambda_{SCR}^0 \times t + MBS^0$$

où ρ_i est le débit BCR en cellules/s de blocs ATM i et t_i^d et t_i^f sont respectivement les instants de début et de fin du bloc ATM i . t_i^d et t_i^f sont en fait les cellules RM de tête et de queue du bloc ATM i .

La valeur de t_{SCR}'' est définie conformément au § 6.6.1.4.4. Pour déterminer le cas le plus défavorable de ressources consommées par la connexion de transfert ABT, supposons que les cellules RM de tête bénéficie du temps de transfert des cellules virtuel minimal et que les cellules RM de queue sont confrontées au temps de transfert des cellules virtuel maximal. La taille du bloc ATM i est alors augmentée au maximum de $t_{SCR}'' \times \rho_i$ cellules.

Il en résulte, en supposant que la connexion de transfert ABT est conforme au débit cellulaire de crête $1/T$, le débit soutenable Λ_{SCR}^0 et la taille maximale des blocs MBS^0 au point PHY-SAP du terminal équivalent, le nombre S' de cellules qu'il est possible de transmettre à l'interface est satisfait en notant $\rho_i \leq \frac{1}{T}$

$$\begin{aligned} S'(0,t) &= \sum_{i=1}^{n(t)} \rho_i (t_i^d - t_i^f) + \sum_{i=1}^{n(t)} \rho_i \times \tau_{SCR}'' \\ &\leq t \times \Lambda_{SCR}^0 + MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times n(t) \end{aligned} \quad (VI-1)$$

où $n(t)$ est le nombre de blocs ATM sur $(0,t)$.

Le nombre $n(t)$ de blocs ATM dépend en fait du mode de transmission et du contrat de trafic pour le flux cellulaire RM de demande d'utilisateur.

Dans le mode de transmission immédiate (ABT/IT), en appliquant le contrat de trafic au flux cellulaire RM de demande d'utilisateur produit par la source dans le sens aller, ce nombre satisfait:

$$n(t) \leq \frac{t}{T_{RM}} + \sigma_{RM} \quad (VI-2)$$

où $\sigma_{RM} = \left\lceil 1 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} \right\rceil$ avec Δ désignant le temps de transmission cellulaire. Il en découle que:

$$S'(0,t) \leq t \left(\Lambda_{SCR}^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \frac{1}{T_{RM}} \right) + MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \sigma_{RM} \quad (VI-3)$$

Le flux cellulaire à l'interface est par conséquent caractérisé par le débit soutenable Λ_{SCR} et la taille (partielle) maximale des rafales MBS est définie par:

$$\Lambda_{SCR} = \min \left(\Lambda_{SCR}^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \frac{1}{T_{RM}}, \frac{1}{T} \right) \quad (VI-4)$$

$$MBS = MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left[1 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} \right]$$

La tolérance τ_{SCR} est déterminée en utilisant la relation:

$$\tau_{SCR} = (MSB - 1)(T_{SCR} - T) \quad (VI-5)$$

En mode de transmission différée (ABT/DT), il ne convient pas uniquement de tenir compte du nombre de blocs ATM dus à la source mais également ceux dus à la destination puisque les négociations du débit BCR peuvent être déclenchées tant par la source que par la destination. Il convient que le flux cellulaire RM de demande d'utilisateur de la destination soit conforme à l'algorithme $GCRA(T'_{RM}, \tau'_{RM})$ à l'interface considérée (les paramètres T'_{RM} et τ'_{RM} sont connus lors de l'établissement de la connexion). Le regroupement des flux cellulaires RM de demande d'utilisateur produits par la source et par la destination peut être à l'origine d'au plus $n(t)$ blocs ATM dans l'intervalle de temps $(0,t)$ avec:

$$n(t) \leq t \left(\frac{1}{T_{RM}} + \frac{1}{T'_{RM}} \right) + \sigma_{RM}'' \quad (VI-6)$$

où:

$$\sigma_{RM}'' = \left[2 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} + \frac{\tau'_{RM}}{T'_{RM} - \Delta} \right]$$

Il en découle que la connexion est caractérisée à l'interface considérée par le débit soutenable Λ_{SCR} et que la taille (partielle) maximale des rafales MBS est définie par:

$$\Lambda_{SCR} = \min \left(\Lambda_{SCR}^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left(\frac{1}{T_{RM}} + \frac{1}{T'_{RM}} \right), \frac{1}{T} \right) \quad (VI-7)$$

$$MBS = MBS^0 + \frac{1}{T} \times \tau_{SCR}'' \times \left[2 + \frac{\tau_{RM}}{T_{RM} - \Delta} + \frac{\tau'_{RM}}{T'_{RM} - \Delta} \right]$$

La tolérance τ_{SCR} correspondant à la définition de conformité du bloc ATM pour le transfert ABT avec transmission différée est déduite en utilisant l'équation (VI-5).

Remarque – Les termes correctifs des formules ci-dessus donnant les paramètres à prendre en considération dans la définition de conformité au niveau du bloc dépendent des caractéristiques de trafic des flux cellulaires RM. En règle générale, T_{RM} est suffisamment important (une fraction du temps de propagation aller et retour dans le réseau pour le transfert ABT avec transmission immédiate et plusieurs fois ce temps de propagation aller et retour pour le transfert ABT avec transmission différée). Il convient en outre de choisir τ_{RM} suffisamment petite pour éviter des accumulations de cellules RM. Il se révèle en règle générale que les termes correctifs sont faibles par rapport aux paramètres intrinsèques.

Appendice VII

Comportement de référence de la source, la destination et l'élément de réseau pour le débit ABR

VII.1 Comportement de référence de la source

Afin de bénéficier pleinement de la largeur de bande dynamique d'une connexion en débit ABR, il est nécessaire qu'une source envoie des cellules RM dans le sens aller (en d'autres termes une cellule RM dans le sens aller) du flux d'informations. Une source reçoit des cellules RM dans le sens retour (en d'autres termes une cellule RM dans le sens retour) sauf si ces cellules ont été perdues dans le réseau. Pour un fonctionnement efficace de la régulation par boucle fermée, il est nécessaire que la source s'adapte régulièrement aux conditions changeantes du réseau. Une source de débit ABR interprète une cellule RM dans le sens retour erronée comme non reçue (pour le champ de code EDC, voir § 8.1).

Les cellules de données d'utilisateur sont émises avec le bit de priorité à la perte de cellules mis à 0.

Il convient que la première cellule envoyée par la source de débit ABR soit une cellule RM dans le sens aller au débit. Il convient que la source insère une cellule RM dans le sens aller au débit au moins toutes les $(N_{RM}-1)$ autres cellules au débit. Il convient également qu'elle insère au moins une cellule RM dans le sens retour entre deux cellules RM au débit dans le sens aller si des cellules RM dans le sens retour attendent la transmission. Il convient que le paramètre N_{RM} soit spécifique au réseau ou mis à une valeur par défaut.

Dans les cellules RM dans le sens aller, il convient que la source mette le champ du débit MCR à MCR et mette le champ de débit CCR à une valeur égale au débit ACR courant.

Au point PHY-SAP du terminal équivalent (voir § 5.4), il convient qu'une source active émette des cellules au débit à un débit égal ou inférieur au débit cellulaire autorisé (ACR, *allowed cell rate*). La valeur du débit ACR ne doit jamais dépasser le débit PCR et ne doit pas non plus être inférieure au débit MCR.

Lors de l'établissement de la connexion, la source utilise les valeurs TBE et FRTT pour réduire encore, dans la mesure du possible, le débit IACR négocié de la manière suivante: Si la valeur $\max(\text{MCR}, \lceil \text{TBE}/\text{FRTT} \rceil)$ est inférieure au débit IACR négociée, le débit IACR est réduit à cette valeur, où $\lceil x \rceil$ désigne l'arrondissement à la valeur entière supérieure la plus proche.

Il convient qu'une source mette à jour son débit ACR conformément aux informations reçues dans les cellules RM dans le sens retour:

- 1) si la valeur du débit ECR est inférieure au débit ACR, il convient de réduire le débit ACR pour qu'il soit égal au débit ECR, mais pas inférieur au débit MCR;
- 2) si la valeur du débit ECR est supérieure au débit ACR, il est possible d'augmenter le débit ACR (sauf si la cellule RM dans le sens retour est une notification BECN, auquel cas le débit ACR ne doit pas être augmenté). Il convient de limiter l'augmentation du débit par un incrément fixe $\text{RIF} \times \text{PCR}$ qui assure une convergence échelonnée vers le débit ECR. Si l'incrément du débit ACR est supérieur au débit ECR, il est mis au débit ECR. Le fait de mettre le facteur RIF à 1 permettrait de passer immédiatement au débit ECR. Le facteur d'augmentation du débit (RIF, *rate increase factor*) serait mis par défaut ou attribué lors de l'établissement de la connexion;

- 3) une source peut se servir des bits d'indication CI et de pas d'augmentation NI:
 - a) si la source reçoit une cellule RM avec l'indication $CI = 1$, il convient de réduire la valeur du débit ACR (en vigueur avant l'arrivée de la cellule RM dans le sens retour) par un facteur de multiplication mais pas au-delà du débit MCR. Il convient notamment de réduire le débit ACR d'au moins $ACR \times RDF$ lorsque le paramètre RDF, le facteur de réduction du débit, peut être mis par défaut ou attribué lors de l'établissement de la connexion par des procédures de gestion ou par la signalisation;
 - b) si la cellule RM dans le sens retour a l'indication $CI = 0$ et $NI = 0$, il est possible d'augmenter le débit ACR par au plus l'incrément d'addition $RIF \times PCR$ pour atteindre un débit inférieur ou égal au débit PCR;
 - c) si la cellule RM dans le sens retour a l'indication $NI = 1$ il ne convient pas que la source augment le débit ACR;
 - d) si la valeur du débit ACR qui résulte des étapes 3) a) à 3) c) est supérieure à la valeur du débit ECR dans la cellule RM dans le sens retour, il convient de réduire le débit ACR à une valeur inférieure ou égale au débit ECR, mais pas inférieure au débit MCR. Il convient sinon que la source utilise la valeur du débit ACR calculée uniquement sur la base des bits CI et NI;
- 4) si la source utilise en outre le champ QueueLength et si la valeur QueueLength est différente de zéro, il convient de réduire encore le débit d'émission ou d'arrêter l'envoi de cellules pendant un intervalle de temps afin de permettre à la longueur de file d'attente de se réduire. Les procédures pour calculer les réductions de débit et les intervalles sur la base de champs QueueLength différents de zéro sont actuellement à l'étude.

En plus des mises à jour du débit ACR suite à la réception de cellules RM dans le sens retour, il convient qu'une source mette à jour son débit ACR conformément aux règles suivantes:

- 5) lorsqu'une source s'initialise, il convient qu'elle fixe son débit cellulaire autorisé, ACR, comme étant au maximum égal au débit cellulaire autorisé initial (IACR, *initial allowed cell rate*) et il convient que la première cellule envoyée au débit soit une cellule RM dans le sens aller. La valeur du débit IACR est supérieure ou égale au débit MCR. Au début de la connexion, l'utilisateur est autorisé à envoyer au plus un nombre égal à l'ouverture transitoire du tampon (TBE, *transient buffer exposure*) de cellules au débit IACR sans recevoir de cellule RM dans le sens retour, attribuant de manière explicite un débit ACR. Si TBE cellules ont été transmises sans recevoir de cellules RM, il convient que la source réduise son débit, par paliers ou en une seule fois, pour atteindre le débit MCR. Le débit IACR peut être négocié entre le réseau et l'utilisateur lors de l'établissement de la connexion. La valeur TBE est attribuée à la connexion par des procédures de gestion ou par la signalisation;
- 6) il convient qu'une source qui n'a pas émis de cellules au débit pendant une période suffisamment longue réduise son débit ACR au débit IACR si son débit ACR est supérieur au débit IACR afin de refléter la réattribution de ressources réseau qui peuvent avoir eu lieu pendant sa période d'inactivité:

si le débit $ACR > IACR$ et si le temps écoulé depuis l'envoi de la dernière cellule RM dans le sens aller au débit est supérieur au temps ADT (le temps de décroissance ACR), il convient de réduire le débit ACR au débit IACR avant d'envoyer une cellule RM dans le sens aller au débit; sinon, la valeur du débit ACR reste inchangée. Le temps ADT peut être négocié ou mis à une valeur par défaut spécifique au réseau. Sa valeur peut être de l'ordre de quelques centaines de ms.

Lorsque la source redevient active, il convient qu'elle se comporte comme dans le point 5) ci-dessus, en utilisant le débit cellulaire autorisé (éventuellement réduit);

- 7) il convient qu'une source qui n'a pas reçu de cellule RM dans le sens retour pendant une période suffisamment longue réduise son débit d'émission, il n'est toutefois pas nécessaire de le réduire au-dessous du débit MCR:

avant d'envoyer une cellule RM dans le sens aller au débit, si au moins des cellules RM dans le sens aller au débit MCR ont été envoyées depuis la réception de la dernière cellule RM valide dans le sens retour avec la notification BECN = 0, il convient de réduire le débit ACR d'au moins $ACR \times CDF$, sauf si cette réduction est à l'origine d'un débit inférieur au débit MCR, auquel cas le débit ACR est mis à une valeur égale au débit MCR.

Il est possible de mettre le débit MCR à $\lceil TBE/N_{RM} \rceil$. Puisque des cellules RM dans le sens aller au débit sont envoyées au moins toutes les N_{RM} cellules, la première réduction du débit ACR aurait lieu après environ TBE en avant des cellules de données d'utilisateur. Il est possible de négocier la valeur de CDF pour chaque connexion ou de la mettre à une valeur par défaut spécifique au réseau. La valeur peut être de l'ordre de grandeur de 1/16.

VII.2 Comportement de référence de la destination

Une destination permet à sa source correspondante d'estimer la largeur de bande disponible dans le réseau en renvoyant des cellules RM à la source.

- 1) Il convient que la destination renvoie toutes les cellules RM reçues à la source. Il convient de changer le bit de sens, DIR, de "aller" à "retour".
- 2) Si une destination n'arrive pas à renvoyer une cellule RM dans le sens aller avant de recevoir la cellule RM subséquente dans le sens aller à renvoyer sur la même voie virtuelle, elle peut renvoyer seulement la cellule RM dans le sens aller la plus récente et ignorer les anciennes cellules RM dans le sens aller. Elle peut également émettre la cellule RM la plus ancienne en mettant le bit CLP égal à 1 et éventuellement en écrasant le contenu de l'ancienne cellule par le contenu de la cellule la plus récente. La perte de cellule RM dans le sens retour avec le bit CLP = 1 entre une interface normalisée et la source peut toutefois être à l'origine d'un désalignement entre les débits ACR à la source et la définition de conformité à l'interface, ce qui peut à son tour avoir une incidence sur la QS de la connexion. Si une destination détermine qu'elle ne dispose pas du débit ACR approprié sur la connexion dans le sens retour pour prendre en charge l'émission de cellules RM dans le sens du retour, il convient qu'elle se considère comme dans un état d'encombrement interne et qu'elle se comporte conformément au point 4) ci-dessous.
- 3) Si une indication EFCI = 1 a été reçue sur la cellule de donnée avant la cellule RM, il convient que la destination marque la cellule RM dans le sens retour. Une application peut:
 - a) réduire son débit ECR;
 - b) mettre le bit d'indication CI dans la cellule RM.
- 4) Pour se déclarer en état d'encombrement, la destination peut prendre une ou plusieurs des mesures suivantes:
 - a) réduire encore le débit ECR à tout débit qu'elle est en mesure de prendre en charge;
 - b) mettre le bit d'indication CI et/ou le bit NI;
 - c) augmenter encore la valeur du champ QueueLength dans la cellule RM.

Une destination peut également produire une cellule RM dans le sens retour sans avoir reçu de cellule RM dans le sens aller. Ces cellules sont les cellules de notification BECN. Ces cellules ont les caractéristiques suivantes:

- les cellules de notification BECN ont le bit CLP mis à 0;
- le bit de notification BECN dans le champ de message doit être mis;
- il convient que le sens soit "retour";

- le bit CI ou le bit NI est mis à 1.

D'autres interactions entre la largeur de bande dans le sens aller, la largeur de bande dans le sens retour et la fréquence à laquelle les cellules RM sont envoyées appellent un complément d'étude.

VII.3 Comportement de référence de l'élément de réseau

L'élément de réseau peut modifier des cellules RM en transit en fonction de son état. La nécessité pour des éléments de réseau d'insérer des cellules RM dans le sens aller appelle un complément d'étude.

Un élément de réseau n'est pas autorisé à mettre à jour les champs des cellules RM ABR protégées par le champ de code EDC si le code CRC-10 dans le champ de code EDC est erroné.

Un élément de réseau doit implémenter au moins une des méthodes suivantes pour contrôler les encombrements aux points de file d'attente:

- 1) l'élément de réseau peut réduire le champ ER des cellules dans le sens aller et/ou retour (marquage de débit explicite);
- 2) l'élément de réseau peut mettre le fanion d'indication EFCI dans les en-têtes de cellules de données (marquage d'indication EFCI);
- 3) l'élément de réseau peut mettre CI = 1 ou NI = 1 dans les cellules RM dans le sens aller et/ou retour (marquage de débit relatif);
- 4) le point de file d'attente de l'élément de réseau peut mettre le champ longueur de file d'attente de la cellule RM à la valeur la plus grande de la valeur actuelle et du nombre de cellules en file d'attente pour cette voie virtuelle à ce point de file d'attente pour cette connexion.

La rétroaction de débit explicite assurée par un élément de réseau est calculée sur la base de la politique d'attribution définie.

L'élément de réseau peut en plus segmenter la boucle de commande ABR en utilisant une source et une destination virtuelles (commande VS/VD).

Un élément de réseau peut produire des cellules RM dans le sens retour, appelées cellules de notification explicite d'encombrement vers l'arrière (BECN). Ces cellules ont les caractéristiques suivantes:

- les cellules de notification BECN ont le bit CLP mis à 0;
- le bit de notification BECN dans le champ de message doit être mis;
- il convient que le sens soit "retour";
- le bit CI ou le bit NI est mis à 1.

Il convient que le débit ECR dans la cellule de notification BECN insérée par l'élément de réseau ne soit pas supérieur au débit ECR de la dernière cellule RM dans le sens retour qui a quitté cet élément de réseau dans le même sens (s'il existe de telles cellules RM). Voir également le § VII.1 sur le comportement de référence de la source, point 2).

Le débit maximal des cellules de notification BECN produite par l'élément de réseau n'est actuellement pas spécifié mais il convient qu'il soit cohérent avec l'accord commun limitant le débit composite des cellules de notification BECN s'appliquant aux interfaces normalisées.

Les cellules RM dans le sens retour peuvent être prises en charge en dehors de la séquence par rapport aux cellules de données. La priorité des cellules RM dans le sens aller appelle un complément d'étude. Les limites sur les délais relatifs des cellules RM par rapport aux cellules de données sont actuellement à l'étude.

Dans le cas particulier où $1/ECR$ est important par rapport au temps de propagation aller et retour, il n'est plus raisonnable d'envoyer au moins une cellule RM par temps de propagation aller et retour. Il en résulte une augmentation du temps de rétroaction au-delà du temps de propagation aller et retour. Des attributions de mémoire tampon supplémentaire peuvent par conséquent être nécessaires pour ces voies virtuelles. Ceci appelle un complément d'étude.

VII.4 Incidence du comportement de référence de la source sur les caractéristiques de trafic

Lorsqu'un utilisateur se conforme au comportement de référence de la source décrit au § VII.1, environ une cellule sur N_{RM} est une cellule RM dans le sens aller avec le bit $CLP = 0$. En supposant que chacune de ces cellules est renvoyée par la destination, il convient que la source prévoit suffisamment de ressources pour transporter ce trafic RM. Le débit correspondant dans le sens retour est proportionnel au débit ACR dans le sens aller. Il convient par conséquent que le débit MCR dans le sens retour prenne également en charge $1/N_{RM} \times MCR_f$, où MCR_f est le débit MCR négocié dans le sens aller.

Une estimation plus faible du débit MCR demandé dans le sens retour peut être obtenue en supposant qu'un plus petit nombre de cellules RM sont renvoyées (c'est-à-dire un regroupement de cellules RM). Ceci peut augmenter la durée de la boucle de commande et réduire la capacité de réaction de la boucle de commande dans le sens aller.

Appendice VIII

Algorithme à deux enregistrements pour la détermination de $T(k)$ en mode explicite de débit ABR

Le paragraphe 6.7.5.3 décrit la définition de conformité ABR, alors que le § 6.7.5.3.2 fournit l'algorithme de référence pour la détermination de $T(k)$. Le présent appendice fournit une version simplifiée de l'algorithme de référence où le nombre de combinaisons enregistrées du débit $PACR(j)$ et de $t_a(k)$ se limite à deux. Il est reconnu que cet algorithme à deux enregistrements n'est pas optimal pour ce qui concerne son resserrement afin de réduire la complexité.

VIII.1 Algorithme à deux enregistrements pour la détermination de $T(k)$ en mode explicite de débit ABR

L'algorithme est écrit dans un format qui détermine le débit ACR à l'interface comme une variable de temps continu dont le réciproque à l'instant $t_a(k)$ est $T(k)$; si le débit ACR est calculé à une valeur inférieure à 1 cellule/s, $T(k)$ est mis à 1 s. Ainsi, même si le débit ACR est calculé pour être < 1 cellule/s, l'algorithme peut identifier toutes les cellules comme étant conformes si ce débit n'est pas supérieur à 1 cellule/s. L'incrément de l'algorithme DGCRA à chaque arrivée de cellule dans le sens aller est ainsi déterminé.

NOTE – A un moment donné, le débit ACR valide à l'interface peut être différent du débit ACR considéré par la source comme étant valide. Ceci peut par exemple être du à un délai temporel ou parce que des cellules RM dans le sens retour considérées à l'interface n'ont pas encore atteint la source.

L'algorithme suivant calcule deux ensembles de compteurs ($t_first, PACR_first$) et ($t_last, PACR_last$). $PACR_max$ est une variable auxiliaire définie comme $Max(PACR_first, PACR_last)$.

- t_first est le premier instant auquel $T(k)$ est programmé être mis à $1/PACR_first$.
- Si différent de t_first , t_last est la mise à jour prévue de t_first , à l'expiration de t_first ; à cet instant $PACR_first$ devient $PACR_last$.

$PACR_first$ et $PACR_last$ sont déterminés sur la base de la valeur $PACR(j)$ du champ de débit ECR transporté dans les cellules RM pertinentes. Les cellules RM pertinentes sont les cellules RM dans le sens retour avec un contrôle CRC-10 correcte dans le champ de code EDC (voir § 8.1) qui sont soit des cellules autres que de notification BECN, ou des cellules de notification BECN avec un débit $ECR < PACR_last$.

L'algorithme décrit ci-dessous a les caractéristiques suivantes:

- un maximum de deux modifications de débit peut être programmé, il peut s'agir d'augmentations ou de réductions par rapport au débit courant;
- puisque t_first , t_last , $PACR_first$ et $PACR_last$ peuvent être mis à jour chaque fois qu'une cellule RM dans le sens retour est observée, il est possible qu'une valeur donnée de $PACR_first$ ou de $PACR_last$ ne soit jamais utilisée dans l'algorithme DGCRA puisqu'elle peut être révisée par une autre cellule RM dans le sens retour avant l'instant programmé de son application;
- lorsque moins de deux mises à jour de débit sont prévues, $t_first=t_last$ et $PACR_first=PACR_last$;
- lorsque aucune mise à jour du débit n'est programmée, $PACR_first=PACR_last=ACR$ et $t_first=t_last < t_b(j)$;

- lorsqu'au moins une mise à jour de débit est programmée ($PACR_first \neq ACR$), l'instant t_first ne peut être reculé par une mise à jour ultérieure du débit et la valeur de $PACR_first$ peut uniquement être augmentée;
- à tout moment, $PACR_last$ transporte la valeur ECR de la dernière cellule pertinente qui a franchi l'interface;
- si le débit ECR d'une nouvelle cellule pertinente est égal à $PACR_last$, il n'y a aucune mise à jour.
- $MCR \leq PACR_first \leq PCR$ et $MCR \leq PACR_last \leq PCR$.
- $tb(j) \leq t_first \leq t_last \leq tb(j) + \tau_2$ lorsqu'au moins une mise à jour est programmée.
- Si $ACR < PACR_first$, $t_first \leq tb(j) + \tau_3$.
- Si $PACR_first < PACR_last$, $t_last \leq tb(j) + \tau_3$.

VIII.2 Ajustement de $ACR(t)$ en fonction du champ de débit ECR dans les cellules RM dans le sens retour

- **Initialisation:**
 $t_first = t_last = 0$
 $PACR_max = PACR_first = PACR_last = IACR$
- **A chaque $tb(j)$ qui est l'instant d'arrivée des cellules RM:**
calculer $PACR(j) = \min(PCR, \max(MCR, ECR \text{ dans la cellule RM dans le sens du retour}))$

```

if PACR(j)  $\neq$  PACR_last:
    # else aucune mise à jour
    if (t_first > tb(j))
        # la liste de programmation est-elle non vide?
        # début de la mise à jour de la liste de programmation non vide
        if (PACR(j)  $\geq$  PACR_max)
            # PACR(j) est une augmentation sur le PACR_max courant
        # début du traitement de l'augmentation
        PACR_max = PACR(j)
        # mettre à jour PACR_max
        if (tb(j) +  $\tau_3$  > t_first)
            # t_first et PACR_first inchangés
            if ((t_first = t_last) or (t_last > tb(j) +  $\tau_3$ ))
                t_last = tb(j) +  $\tau_3$ 
                # else t_last in inchangé
            endif
        endif
        # endif (tb(j) +  $\tau_3$  > t_first)
    else
        # tb(j) +  $\tau_3$   $\leq$  t_first
        PACR_first = PACR(j)
        # mettre à jour PACR_first
        if (PACR(j)  $\geq$  ACR)
            # PACR(j) est une augmentation sur ACR
            t_first = tb(j) +  $\tau_3$ 
            # else t_first est inchangé
        endif
        # endif (PACR(j)  $\geq$  ACR)
        t_last = t_first
        # une seule mise à jour de débit est programmée
    endelse
    # endelse (tb(j) +  $\tau_3$   $\leq$  t_first)
endif
# fin de traitement d'une augmentation
else
    # PACR(j) est une réduction sur PACR_max
    # début de traitement d'une réduction
    PACR_first = PACR_max
    # programmer le débit le plus élevé à t_first
    if (PACR(j) < PACR_last)
        # PACR(j) est une réduction sur PACR_last
        t_last = tb(j) +  $\tau_2$ 
        # t_last est reculé
    endif
    # else t_last est inchangé
endelse

```

```

    # fin de traitement d'une réduction
    PACR_last=PACR(j)           # enregistrer nouveau débit dans
                                PACR_last
endif
# fin de mise à jour de liste de programmation non vide
else                             # la liste de programmation est vide
# début de la mise à jour d'une liste de programmation vide
    if (PACR(j)>ACR)
        t_first=tb(j)+τ3       # une augmentation est programmée
                                (τ3 lag)
    else
        t_first=tb(j)+τ2       # une réduction est programmée
                                (τ2 lag)
        t_last=t_first         # une seule mise à jour de débit est
                                programmée
        PACR_max=PACR_first=PACR_last=PACR(j)
    endelse
# fin de mise à jour d'une liste de programmation vide
endif                             # endif pour PACR (j) ≠PACR_last
•   A l'instant d'expiration de t_first:
    ACR=PACR_first               # mise à jour de ACR
    t_first=t_last               # mise à jour de t_first
    PACR_first=PACR_last         # mise à jour de PACR_first
    PACR_max=PACR_last
Fin d'ajustement de ACR(t) en fonction du champ de débit ECR dans les cellules
RM dans le sens retour.

Début de détermination de T(k)
  Initialisation:
    T(1) = 1/IACR;
  A chaque instant d'arrivée ta(k) de la cellule pour k ≥ 2:
    If (ACR(k) < 1 cell/s) then T(k) = 1 else T(k) = 1/ACR(k)
Fin détermination de T(k).

```

Appendice IX

Applicabilité des capacités de transfert ATM aux applications

Le présent appendice illustre l'applicabilité des capacités ATC et des classes de QS par des exemples d'application. Plusieurs applications sont énumérées avec les choix possibles de capacités ATC et de classes de QS. Le choix des applications et des combinaisons de capacité ATC classes de QS est destiné à servir d'illustration par des exemples. Il ne prétend pas être exhaustif ni exclure d'autres choix. Les propriétés spécifiques des applications déterminent les combinaisons de capacité ATC et la classe de QS qui sont appropriées pour prendre en charge leurs besoins.

Lorsque des paramètres de débit sont énumérés, leurs tolérances associées sont également importantes. Voir Tableau IX.1.

Tableau IX.1/I.371 – Exemples d'applications, de capacités de transfert, de paramètres et de classes de QS

Exemples d'applications	Capacité de transfert ATM I.371	Classe de QS	Paramètres de capacité de transfert	Remarques
Emulation de circuit	DBR	Classe de QS 1	PCR	Garantie en matière de faible taux de perte de cellules pour la durée de la connexion lorsque toutes les cellules sont conformes aux tests de conformité correspondants.
Communication Audio/Vidéo en temps réel	DBR	Classe de QS 1	PCR	Par exemple visiophonie ou vidéoconférence (en supposant l'absence de capacité de mode dégradé).
	SBR1	Classe de QS 1	PCR, SCR/IBT	L'encodeur adapte le codage de sorte que le débit est conforme au descripteur de trafic SBR.
Applications sensibles au délai produisant un trafic à débit variable	DBR	Classe de QS 1	PCR	
Communications autres que audio/vidéo en temps réel (nécessitant de faibles pertes de cellules).	SBR1	Classe de QS 2	PCR, SCR/IBT	
	DBR	Classe de QS 2	PCR	
Prise en charge de SMDS, FMBS, IP	SBR1 SBR2 SBR3	Classe de QS 2 Classe de QS 3 Classe de QS 3	PCR, SCR/IBT	

Tableau IX.1/I.371 – Exemples d'applications, de capacités de transfert, de paramètres et de classes de QS

Exemples d'applications	Capacité de transfert ATM I.371	Classe de QS	Paramètres de capacité de transfert	Remarques
Vidéo à la carte (mémoire tampon de réception limitée)	DBR	Classe de QS 1	PCR	PCR = largeur de bande maximale requise par l'application.
	ABT/DT	Classe de QS 1	PCR, SCR/IBT	Garanties en matière de faible taux de perte de cellules pour la durée de chaque bloc ATM si toutes les cellules sont conformes aux tests de conformité correspondants (équivalent au débit déterministe par pièce). Le transfert de chaque scène sera par exemple précédé par la demande de débit PCR pour la scène, déterminé par une analyse hors ligne préalable
	SBR1	Classe de QS 1	PCR, SCR/IBT	
Communication Audio/Video élastique	ABR	Classe de QS 3	PCR, MCR	La largeur de bande minimale garantie peut par exemple être la largeur de bande nécessaire pour la voix. Suppose que l'application accepte le repli du service et la dégradation du signal vidéo
	ABT/DT (mode élastique)	Classe de QS 2	PCR, /IBT	Garantie en matière de faible taux de perte de cellules pendant chaque bloc (partiellement délimité par le réseau). Le débit SCR peut représenter la largeur de bande minimale tant que le réseau ne met pas $BCR < SCR$ (politique spécifique au réseau).
Transfert de fichiers Transfert d'images	ABR	Classe de QS 3	PCR, MCR	Débit cellulaire minimal nécessaire pour maintenir un protocole d'extrémité entre homologues ou pour satisfaire au délai maximal de transfert du fichier entier.
Requête de base de données	SBR2/SBR3	Classe de QS 3	PCR, SCR/IBT	Par exemple l'accès à des applications Internet existantes
Réseau privé virtuel (transport de tout trafic par un réseau à conduit virtuel)	DBR	Classe de QS 1	PCR	Le réseau privé (re)négocie les connexions VPC. L'organisation du trafic dans les conduits virtuels est au choix du réseau privé. PCR = largeur de bande maximale.

Tableau IX.1/I.371 – Exemples d'applications, de capacités de transfert, de paramètres et de classes de QS

Exemples d'applications	Capacité de transfert ATM I.371	Classe de QS	Paramètres de capacité de transfert	Remarques
	ABT/DT	Classe de QS 1	PCR, SCR/IBT	Le réseau privé négocie les connexions VPC. Le débit BCR des conduits virtuels est renégocié dynamiquement en utilisant des cellules RM. L'organisation du trafic dans les conduits virtuels est au choix du réseau privé.
	SBR1	Classe de QS 1	PCR, SCR/IBT	Le réseau privé (re)négocie les connexions VPC. L'organisation du trafic dans les conduits virtuels est au choix du réseau privé.
Prise en charge de protocoles IP (connexion de routeur de bord à bord)	DBR	Classe de QS U	PCR	Le trafic IP entre deux routeurs est mis dans une connexion de voie virtuelle à débit DBR avec une classe de QS U. Meilleur service possible à faible coût, sans débit minimal ni prise en charge de QS.

Appendice X

Informations supplémentaires concernant l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames

Une liste d'observations supplémentaires concernant l'algorithme F-GCRA est donnée ci-après pour aider le lecteur à mieux comprendre le fonctionnement de l'algorithme F-GCRA.

X.1 La prise en charge des engagements relatifs à la qualité de service au moyen de l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames

Afin d'obtenir les engagements relatifs à la qualité de service QS, la capacité ATC à débit GFR utilise l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames F-GCRA(T, τ) qui est défini au § 6.8.3.2. Elle permet d'exprimer les engagements de qualité de service QS en fonction d'un faible taux de perte des cellules pour le nombre de cellules des trames conformes au moins.

On s'attend que lorsque la tolérance de l'algorithme F-GCRA augmente le nombre total de cellules des trames conformes ne diminue pas. Toutefois, cela n'est pas toujours vrai quand les trames ont des longueurs différentes. On montrera cela au moyen d'un exemple. On établira dans quelles conditions ce phénomène inattendu disparaît.

Exemple

L'exemple suivant montre qu'une augmentation de la tolérance de l'algorithme F-GCRA peut réduire le nombre total de cellules des trames conformes lorsque celles-ci ont des longueurs différentes. Nous supposons dans ce qui suit que toutes les cellules des trames de bits CLP = 0 sont conformes.

Supposons que dans la première partie de l'exemple la tolérance de l'algorithme F-GCRA soit donnée par la relation $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$, tandis que dans la seconde partie elle est donnée par la relation $\tau' = \tau_{IBT} + \tau'_{MCR}$ où τ'_{MCR} est supérieur à τ_{MCR} . Dans les deux parties, on a l'égalité $T = 1/MCR$.

Supposons qu'avant l'arrivée de la première cellule d'une trame, X' ait toujours été inférieur ou égal à τ pour les cellules précédentes. Cela veut dire que les valeurs de X' dans les deux parties de l'exemple ont jusqu'à présent été les mêmes. Supposons que lors d'une connexion à débit GFR, une trame courte (longueur de trame = 1) arrive, suivie d'une trame longue de taille $MFS \gg 1$. Supposons qu'à l'arrivée de la première cellule de la trame courte le paramètre X' de l'algorithme F-GCRA soit légèrement supérieur à τ , mais encore inférieur à τ' .

Dans la première partie de l'exemple, la trame courte ne satisferait donc pas à l'épreuve de l'algorithme F-GCRA. Dans ce cas, il se pourrait que la longue trame qui suit y satisfasse.

D'autre part, dans la seconde partie de l'exemple, la trame courte satisferait à l'épreuve de l'algorithme F-GCRA, mais il se pourrait que la longue trame qui suit n'y satisfasse pas.

En conséquence, parmi les $MFS + 1$ cellules qui arrivent, MFS cellules sont contenues dans des trames qui ont satisfait à l'épreuve dans la première partie de l'exemple, tandis qu'une cellule est contenue dans une trame qui a satisfait à l'épreuve dans la seconde partie de l'exemple. Donc lorsque la tolérance est accrue, il y a moins de cellules dans les trames qui ont satisfait à l'épreuve. Cela ne correspond pas avec ce à quoi l'on s'attend.

Résultat

Le résultat suivant montre que ce phénomène inattendu disparaît lorsque la tolérance augmente "suffisamment". La démonstration de ce résultat est donnée au § X.4.

On détermine le nombre de cellules des trames conformes en appliquant deux fois l'algorithme F-GCRA sur le même flux de cellules, la première fois, comme référence, pour les valeurs (T, τ) , et la seconde pour les valeurs (T', τ') . Définissons la capacité de l'algorithme F-GCRA de référence par l'équation $C = 1 + \tau/T$ et la capacité du second algorithme F-GCRA par l'équation $C' = 1 + \tau'/T'$.

Si on a les inégalités $T' \leq T$ et $C' \geq C + \text{MFS}$, alors le nombre total de cellules des trames conformes qui est obtenu au moyen du second algorithme F-GCRA est au moins aussi grand que le nombre total de cellules des trames conformes qui est obtenu au moyen de l'algorithme F-GCRA de référence.

Conséquences du résultat

Si l'algorithme F-GCRA n'utilise pas les paramètres exacts (T, τ) mais les paramètres (T', τ') , alors le phénomène indésirable décrit ci-dessus ne se produira pas lorsque les paramètres T' et τ' sont choisis de telle manière qu'on ait les inégalités $T' \leq T$ et $\tau'/T' \geq \tau/T + \text{MFS}$. L'utilisation des paramètres (T', τ') peut conduire à une augmentation de MFS cellules de l'espace tampon à réserver dans un élément de réseau pour la connexion.

X.2 Exemple d'implémentation illustrant comment l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames peut être utilisé pour prendre en charge les engagements relatifs à la qualité de service

Dans le présent exemple, on décrit une implémentation possible à débit GFR afin de mettre en évidence la relation entre l'algorithme F-GCRA et les décisions relatives à la transmission de cellules qui sont prises par l'implémentation.

- Un compteur de référence pour la qualité de service QS est employé pour chaque connexion à débit GFR. Il est mis à zéro à l'arrivée de la première cellule de la connexion.
- A l'arrivée de la dernière cellule d'une trame conforme, la valeur affichée par le compteur de référence pour la qualité de service QS augmente du nombre de cellules dans la trame.
- Lorsque la dernière cellule d'une trame de bits $\text{CLP} = 0$ dont toutes les cellules sont conformes quitte l'implémentation, la valeur affichée par le compteur de référence pour la qualité de service QS diminue du nombre de cellules dans la trame, sans jamais descendre en dessous de zéro.
- Il est prévu que le compteur de référence pour la qualité de service QS redescende très souvent à zéro. Cela voudrait dire que l'implémentation permettrait de fournir au moins la qualité de service requise pour la connexion GFR.
- Il est prévu que même lorsque le compteur de référence pour la qualité de service QS est redescendu à zéro des trames peuvent quitter l'implémentation si des ressources supplémentaires sont disponibles.

X.3 Limites de l'implémentation dans le cas de nombreuses trames non conformes

Les variables X' et X peuvent augmenter indéfiniment lorsque de nombreuses trames non conformes sont envoyées. Au cours de l'implémentation de l'algorithme F-GCRA, ces variables X' et X doivent être limitées de manière à ne pas dépasser une valeur propre au réseau. Pour toutes les connexions, afin de disposer dans le réseau de la qualité de service QS requise, la valeur $\tau + T \times \text{MFS}$ ne doit pas dépasser la valeur propre au réseau.

X.4 Démonstration d'un résultat lié à l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames

Le résultat suivant et sa démonstration ont été mentionnés au § X.1.

Résultat concernant la qualité de service

Supposons que la qualité de service QS soit déterminée en appliquant deux fois l'algorithme F-GCRA au même flux de cellules, la première fois, comme référence, pour les valeurs (T, τ) , et la seconde pour les valeurs (T', τ') . Définissons la capacité de l'algorithme F-GCRA de référence par l'équation $C = 1 + \tau/T$ et la capacité du second algorithme F-GCRA par l'équation $C' = 1 + \tau'/T'$. Si on a les inégalités $T' \leq T$ et $C' \geq C + \text{MFS}$, alors on a l'inégalité suivante $\text{QoS_count}_n \leq \text{QoS_count}'_n$, la cellule n étant la dernière cellule d'une trame. Ici, l'expression QoS_count_n est le nombre de cellules dans les trames conformes qui ont satisfait à l'algorithme F-GCRA de référence parmi les n premières cellules. L'expression $\text{QoS_count}'_n$ est définie de manière analogue pour le second algorithme F-GCRA.

Démonstration

La démonstration se fait par induction pour m où $n = n_m$ est le nombre de cellules à la fin de la trame m . Pour $n = n_1$, l'inégalité $\text{QoS_count}_n \leq \text{QoS_count}'_n$ est triviale puisque la première trame se voit attribuer une qualité de service QS soit par les deux algorithmes F-GCRA soit par aucun d'entre eux.

Supposons maintenant qu'on ait l'inégalité suivante $\text{QoS_count}_n \leq \text{QoS_count}'_n$ pour $n = n_m$. Puisque les trames de bits CLP = 1 court-circuitent l'algorithme F-GCRA, on peut supposer que toutes les trames qui arrivent au niveau de l'algorithme GCRA fondé sur les trames commencent par des cellules de bits CLP = 0. Alors, dès que la dernière cellule de la trame $m + 1$ a été traitée par les algorithmes F-GCRA, il n'y a lieu de démontrer quelque chose que si la trame $m + 1$ est conforme à l'algorithme F-GCRA de référence et ne l'est pas au second algorithme F-GCRA. Supposons que la première cellule de cette trame est la cellule $j = n_m + 1$. A l'arrivée de la cellule j , dans le cas de l'algorithme F-GCRA de référence, on a pour la variable X'_j la relation suivante: $X'_j \leq \tau$, tandis que, dans le cas du second algorithme F-GCRA, on a pour la variable correspondante X''_j la relation suivante: $X''_j > \tau'$.

Soit t_k le temps d'arrivée de la cellule k pour $k = 1, 2, \dots, n$. Définissons X'_k pour toutes les cellules jusqu'à la cellule n , même pour les cellules des trames qui n'ont pas satisfait à l'épreuve des trames. Puisque la dernière cellule de la trame est arrivée, des informations de conformité de cellule sont disponibles pour toutes ces cellules jusqu'à la cellule n . Pour l'algorithme F-GCRA de référence, posons $X'_k = X - (t_k - \text{LIT}_I)$ pour les trames pour lesquelles l'incrément a été annulé et pour celles où aucun incrément ne se produit. Définissons de façon analogue X''_k pour le second algorithme F-GCRA. Définissons en outre $Y'_k = \max(X'_k, 0)$ et $Y''_k = \max(X''_k, 0)$.

Pour une cellule qui est telle que $k \leq n$, on peut définir l'expression QoS_count_k de manière naturelle comme suit: si la trame correspondante contient une ou plusieurs cellules non conformes ou est elle-même non conforme, la valeur de l'expression QoS_count_k est la même que la valeur à la fin de la trame précédente. Sinon, cette valeur est augmentée d'une unité pour chaque cellule de la trame. On procède de la même manière pour l'expression $\text{QoS_count}'_k$. A l'aide de cette définition on obtient également l'inégalité $\text{QoS_count}_k \leq \text{QoS_count}'_k$ pour des valeurs $k = 1, \dots, n$.

Remarquons que $Y''_j/T' = X''_j/T' > \tau'/T' = C' - 1 \geq C - 1 + \text{MFS} = \tau/T + \text{MFS} \geq Y'_j/T + \text{MFS}$ et que donc:

$$Y''_j/T' - Y'_j/T > \text{MFS} \quad (\text{X-1})$$

Soit la cellule i la dernière cellule arrivant avant la cellule j de façon que $Y''_i = 0$. On a alors $1 \leq i < j$. En conséquence, on obtient l'inégalité suivante:

$$Y''_i/T' - Y'_i/T \leq 0 \quad (\text{X-2})$$

On peut alors déduire ce qui suit:

- pour chaque cellule d'une trame conforme selon le second algorithme F-GCRA et non selon l'algorithme F-GCRA de référence, l'incrément induira une augmentation de la différence $Y''T' - Y'T$ d'une unité;
- pour chaque cellule d'une trame conforme selon l'algorithme F-GCRA de référence et non selon le second algorithme F-GCRA, l'incrément induira une diminution de la différence $Y''T' - Y'T$ d'une unité;
- pour toutes les autres cellules des trames dont toutes les cellules sont conformes, l'incrément ne modifiera pas la différence $Y''T' - Y'T$;
- pour chaque cellule d'une trame dont toutes les cellules ne sont pas conformes, l'incrément induira une augmentation de $Y'T$ d'une unité et une diminution de $Y''T'$ d'une unité. Cela n'induirait pas d'augmentation de la différence $Y''T' - Y'T$.

En outre, puisque $Y'' > 0$ pour les cellules $i + 1$ à j et puisque $T \geq T'$ le rapport $Y''T'$ diminue de cellule en cellule d'une quantité qui est au maximum égale à $Y'T$. Cela signifie que le décrement n'augmente pas la différence $Y''T' - Y'T$.

En conséquence, les inégalités (X-1) et (X-2) montrent que pour les cellules i à $j-1$, le second algorithme F-GCRA a permis de détecter dans les trames non marquées conformes qui ont satisfait à l'épreuve des trames au moins MFS cellules de plus que l'algorithme F-GCRA de référence. On a donc les inégalités suivantes $QoS_count_{j-1} + MFS \leq QoS_count_{j-1}'$ ou $QoS_count_{n_m} + MFS \leq QoS_count_{n_m}'$. Puisque la trame $m + 1$ est conforme, sa taille est au plus de MFS cellules, et on obtient $QoS_count_n \leq QoS_count_n'$ pour $n = n_{m+1}$, ce qui termine la démonstration.

Appendice XI

Fourniture d'une qualité de service à débit de trame garanti à l'aide de l'algorithme de débit cellulaire générique fondé sur les trames de cellules conformes

Le présent appendice contient un algorithme nommé algorithme F-GCRA fondé sur les trames de cellules conformes (CF-GCRA). Cet algorithme CF-GCRA est équivalent à l'algorithme F-GCRA pour les connexions qui ne comportent *que* des trames dont toutes les cellules sont conformes. Il est plus simple que l'algorithme F-GCRA et peut également être utilisé pour fournir une qualité de service QS à débit GFR en vertu de ce qui suit: si toutes les cellules sont conformes, on peut montrer (la démonstration est analogue à celle de l'Appendice X.4) que le nombre de cellules dans les trames qui satisfont à l'algorithme CF-GCRA est au moins aussi grand que le nombre de cellules qui satisfont à l'algorithme F-GCRA. Cela suppose que l'algorithme CF-GCRA n'est pas utilisé avec les paramètres exacts (T, τ) mais avec les paramètres (T', τ') où $T' \leq T$ et $\tau'/T' \geq \tau/T + \text{MFS}$. Les paramètres T' et τ' ayant ces valeurs, les engagements minimaux en matière de qualité de service QS peuvent être tenus à l'aide de l'algorithme F-GCRA.

Les variables de l'algorithme CF-GCRA sont les suivantes:

- t_a qui représente le temps d'arrivée de la dernière cellule à une interface normalisée;
- X qui représente la valeur du compteur à fuite, comme dans l'algorithme du compteur à fuite à débit continu;
- LIT qui représente le temps du dernier incrément (LIT , *last incrementing time*);
- $Frame_test_passed$ qui représente une variable particulière de la connexion dans laquelle est enregistré le résultat de l'épreuve relative à la trame;
- $Frame_tagging$ qui représente une variable particulière de la connexion qui n'est utilisée que pour le débit GFR2. Elle permet l'enregistrement de l'état d'étiquetage de la trame. Si l'étiquetage des trames est appliqué pour le débit GFR, alors l'information concernant l'état peut être utilisée pour faire passer la valeur du bit CLP de 0 à 1;
- X' qui est une variable auxiliaire.

Initialisation:

- au moment de l'arrivée t_a de la première cellule de la connexion au niveau de l'interface donnée, $X = 0$ et $LIT = t_a$;
- les valeurs initiales des variables $frame_test_passed$ et $frame_tagging$ sont sans intérêt.

A l'arrivée de la *première* cellule d'une trame à une interface T_{LB} ou une interface interréseau donnée, dans une connexion ATM:

GFR1

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false
      else frame_test_passed = true
       $X = \max(0, X') + T$ 
       $LIT = t_a$ 
```

GFR2

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false;
  frame_tagging = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false;
      frame_tagging = true
      else frame_test_passed = true;
      frame_tagging = false
       $X = \max(0, X') + T$ 
       $LIT = t_a$ 
```

A l'arrivée des cellules *suivantes* d'une trame à une interface T_{LB} ou une interface interréseau donnée, dans une connexion ATM:

GFR1 and GFR2

```
if (frame_test_passed = true)
  then  $X' = X - (t_a - LIT)$ 
   $X = \max(0, X') + T$ 
   $LIT = t_a$ 
```

Appendice XII

Comportement anticipé d'un élément de réseau à débit de trame garanti

A partir du paragraphe 6.8.1 relatif au modèle de service à débit GFR, on peut déduire quelques prescriptions en matière d'implémentation du débit GFR minimal. Des prévisions sur la manière dont un élément de réseau pourrait prendre en charge le débit GFR afin d'améliorer le service à débit GFR sont données ci-après.

- Si la connexion achemine des trames de bits CLP = 0 et CLP = 1 combinés à un débit cellulaire global constant qui est inférieur au débit MCR, et si on suppose que toutes les cellules sont conformes, alors l'élément de réseau devrait acheminer toutes les trames de la connexion.
- Si la connexion achemine des trames de bits CLP = 0 à un débit cellulaire qui est inférieur au débit MCR et en outre des trames de bits CLP = 1 de manière que le débit cellulaire global est supérieur au débit MCR, et si on suppose que toutes les cellules sont conformes, alors l'élément devrait acheminer toutes les trames conformes (les trames de bits CLP = 0 qui font partie des engagements) et en outre assurer un débit global au moins égal au débit MCR pour cette connexion.

Appendice XIII

Applicabilité aux applications de la capacité de transfert ATM à débit de trame garanti

Le présent appendice complète le Tableau IX.1 qui illustre au moyen d'exemples d'application l'applicabilité des capacités ATC et des classes de qualité de service QS. Il donne un exemple d'application pour la capacité ATC à débit GFR qui est définie dans la présente Recommandation. Lorsque des paramètres relatifs aux débits sont donnés, les tolérances qui y sont associées sont aussi pertinentes. Voir Tableau XIII.1.

Tableau XIII.1/I.371 – Exemples d'application, capacités ATC, paramètres et classes de qualité de service QS

Exemple d'application	Capacité de transfert ATM	Classe de qualité de service QS	Paramètres relatifs à la capacité de transfert	Observations
Prise en charge du protocole IP (connexion par routeur de bout en bout)	GFR	Classe 3 de qualité de service QS pour les trames conformes	PCR, MCR/IBT, MFS	Le trafic selon le protocole IP entre deux routeurs se fait par le biais d'une connexion VCC à débit GFR. Débit minimal, prise en charge de la qualité de service QS et mise à l'écart des trames.

Appendice XIV

Prise en charge de l'exploitation et de la maintenance pour des connexions à débit de trame garanti

Le présent appendice définit des modalités possibles de prise en charge de l'exploitation et de la maintenance (OAM) pour une connexion à débit de trame garanti (GFR) selon les dispositions relatives à ce débit dans le corps du texte de la Rec. UIT-T I.371.

Notons que la définition du débit GFR suppose que les cellules de données produites par l'utilisateur sur une connexion GFR soient organisées sous la forme de trames délimitées au niveau de la couche ATM. Notons également qu'il découle des § 4.1 et 7.2.5 que des cellules OAM de bout en bout produites par l'utilisateur insérées dans une connexion GFR seront considérées comme faisant partie des trames GFR selon la définition de la conformité du débit GFR:

Extrait du § 4.1:

... les spécifications de QS se rapportent aux classes de QS demandées par l'utilisateur aux points pour lesquels le réseau s'engage à respecter les limites supérieures des paramètres QS, en supposant que le flux cellulaire produit par l'utilisateur est conforme au contrat de trafic ... Les flux OAM segmentaires ne font pas partie du contrat de trafic négocié par l'utilisateur. La manière dont ils sont traités n'est actuellement pas spécifiée dans la présente Recommandation.

Extrait du § 7.2.5:

... Pour une connexion de voie virtuelle, l'indicateur AUU peut être utilisé (par exemple tel que spécifié pour la couche AAL 5) pour définir une séquence cellulaire de trames de la manière suivante:

- une séquence cellulaire de trames commence par la première cellule produite par l'utilisateur sur la connexion ou par une cellule produite par l'utilisateur suivant une cellule dont l'indicateur AUU est mis;*
- une séquence cellulaire de trames se termine avec une cellule d'utilisateur dont l'indicateur AUU est mis.*

Si l'on souhaite insérer des cellules OAM dans une connexion GFR, l'application des principes suivants contribuera à réduire ou à éviter les problèmes de conformité des cellules ou des trames:

- si une cellule OAM doit être insérée au milieu d'une trame GFR, cette cellule OAM devrait recevoir le même bit CLP (priorité de perte de cellules) que la première cellule de cette trame;
- si une cellule OAM doit être insérée après une cellule délimitée par l'indicateur AUU, le bit CLP de la trame suivante peut ne pas être connu. Dans ce cas, on mettra le bit CLP de la cellule OAM à zéro, ce qui réduira le risque de mise à l'écart de la cellule OAM bien que cela puisse se solder par la non-conformité de la trame suivante si tant est qu'il s'agisse d'une trame ayant une valeur CLP = 1;
- s'il insère des cellules OAM, l'utilisateur devrait augmenter la valeur de la taille maximale des trames (MFS) d'une unité par rapport à la valeur MFS nécessaire à la prise en charge de trames d'utilisateur GFR composées intégralement de cellules de données d'utilisateur;
- si le réseau insère des cellules OAM dans une connexion d'utilisateur GFR, la valeur MFS utilisée pour les essais de conformité devrait être augmentée au moins d'une unité par rapport à la valeur MFS demandée par l'utilisateur. Si le réseau insère des cellules OAM dans une connexion GFR interne au réseau, le fournisseur du réseau devrait augmenter la valeur MFS d'une unité par rapport à la valeur MFS nécessaire à la prise en charge de trames d'utilisateur GFR composées intégralement de cellules de données d'utilisateur;

NOTE – Comme il y a tout lieu de penser que la plupart des trames dans une connexion GFR sont des trames dont toutes les cellules ont le bit CLP = 1, il est généralement possible d'insérer des cellules OAM avec le bit CLP = 0 sans porter atteinte à la conformité des trames en insérant ces cellules dans des trames dont toutes les cellules ont le bit CLP = 0.

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, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication