

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 71 (1993)

**Heft:** 4

**Artikel:** Protocole de contrôle de flux dans le réseau d'abonné

**Autor:** Slosiar, Rastislav

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875498>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Protocole de contrôle de flux dans le réseau d'abonné\*

Rastislav SLOSIAR, Lausanne

## 1 Introduction

Les deux principaux avantages du mode de transfert asynchrone (ATM – *Asynchronous Transfer Mode*) sont, d'une part, de pouvoir véhiculer au sein d'un même réseau de télécommunications des communications de nature différente (téléphonie, visioconférence, transmission de fichiers, etc.) dont le débit est dans la plupart des cas variable au cours du temps, d'autre part, de pouvoir, par un multiplexage statistique, augmenter le nombre de communications sur le même support de transmission par rapport à une allocation statique de la capacité (réalisation d'un certain gain de multiplexage). Ce mode a été choisi par le CCITT comme standard pour le réseau numérique à intégration de services (RNIS) à large bande.

En ce qui concerne l'abonné, plusieurs terminaux pourront être raccordés à l'interface entre les réseaux public et privé (termination NT1, *Network Termination 1*), selon plusieurs configurations à savoir (fig. 1):

- a) en bus
- b) en étoile au travers d'un central d'abonné appelé NT2 (*Network Termination 2*)
- c) en anneau avec NT2.

Les configurations en bus et en anneau sont réalisées au moyen d'un canal de transmission partagé. Le trafic offert issu des terminaux actifs devra être écoulé dans la capacité disponible sur le support de transmission commun et, le cas échéant, un partage équitable de cette ressource devra être réalisé. A cet effet, un protocole devra être défini et standardisé afin de permettre l'interopérabilité entre les équipements terminaux. Les quatre premiers bits de l'en-tête de la cellule ATM au niveau de l'UNI (*User Network Interface*) ont été dédiés à cette tâche (fig. 2). Ces bits sont appelés bits GFC (*Generic Flow Control*).

Un certain nombre de critères ont été établis par le CCITT dans le but de focaliser les études de protocoles sur le contexte RNIS. Le protocole doit jouir des propriétés principales suivantes:

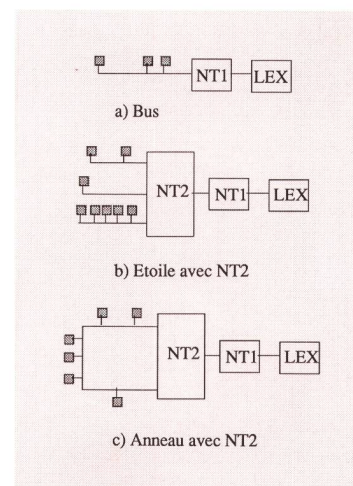
- Il doit permettre de garantir à chaque terminal un débit de transmission partagé.
- La largeur de bande résiduelle (au-delà des débits garantis) devra être partagée «équitablement» et sur demande entre les terminaux.

- Les mécanismes du protocole ne doivent pas réduire la capacité du canal de «manière notable».
- La gigue des temps d'accès (CDV – *Cell Delay Variation*) subie par des cellules successives issues d'un terminal et introduite par le multiplexage distribué réalisé sur le canal partagé doit être aussi faible que possible.

La dernière propriété revêt une importance particulière. En effet, les paramètres de trafic permettant de négocier la demande de connexion seront les mêmes indépendamment de la configuration, que le terminal soit le seul dispositif raccordé au NT1 ou qu'il soit membre d'un bus partagé (fig. 3). Toutefois, dans ce dernier cas, la gigue des temps d'accès sera supérieure. Les dispositifs d'arbitrage (UPC – *Usage Parameter Control*) à l'entrée du réseau devront être dimensionnés de manière à tolérer cette gigue, car le rejet de cellules violant éventuellement les termes du contrat d'une connexion ne doit dépendre que des paramètres de la source de cellules et non de la configuration du raccordement.

Dans l'exemple de la figure 3, on remarque que le trafic issu du terminal noir traverse deux étages de multiplexage avant d'être confronté à la fonction d'arbitrage du réseau public, ce qui n'est pas le cas lorsqu'il est raccordé directement. Ce terminal subit l'influence du trafic des terminaux voisins. Le trafic mesuré au point T sera par conséquent modifié, et entaché d'une perturbation des temps d'arrivées entre cellules.

Fig. 1 Configurations supportées dans la terminaison d'abonné



\* Abréviations, glossaire et bibliographie voir appendice page 238.



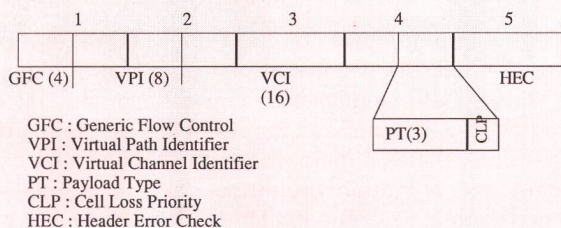


Fig. 2 En-tête de la cellule ATM

## 2 Solution proposée

La solution envisagée est le résultat de modifications apportées à un réseau métropolitain (MAN) appelé *Distributed Queue Dual Bus* (DQDB), connu aussi en tant que standard de l'IEEE 802.6. On expose brièvement dans cette section le fonctionnement de DQDB puis les extensions apportées.

### 21 Description de DQDB

DQDB (Distributed Queue Dual Bus) consiste en une paire de canaux de transmission de sens opposés auxquels toutes les stations sont raccordées. Chaque station peut communiquer en duplex intégral avec une autre en émettant et en recevant sur les deux bus. Le temps est échantillonné en créneaux dont la taille est identique à une cellule ATM. Un générateur de créneaux se trouve à l'une des extrémités de chacun des bus. Une partie de la capacité totale est allouée de manière fixe (créneaux préarbitrés), alors que le reste est réparti selon le protocole décrit ci-dessous.

Pour un seul niveau de priorité, le fonctionnement du protocole est basé sur deux bits présents dans l'en-tête de chaque créneau. Le premier *E/F* (*Empty/Full bit*) indique si le créneau est occupé par une cellule ou s'il est libre. Le second est appelé bit de requête *REQ* (*Request bit*). Chaque station possède un compteur de requêtes *REQCnt* (*Request Counter*) et un compteur dégressif *CDCnt* (*Countdown Counter*). Avant de pouvoir transmettre une cellule dans un sens donné (sens de transmission de données considéré), une station doit placer une requête dans un des créneaux du sens opposé (sens des requêtes considéré). *REQCnt* est incrémenté lorsqu'une station détecte le passage d'une requête (sens des requêtes), et décrétement à chaque passage d'un créneau libre (sens des données). Lors de l'émission d'une requête, la valeur du compteur *REQCnt* est copiée dans *CDCnt*. Ce dernier est décrétement à chaque créneau libre retransmis (sens des données). Une fois le compteur commun *CDCnt* à zéro, la station peut émettre la cellule dans le prochain créneau temporel libre. Avant d'émettre sa cellule, le terminal doit laisser passer autant de créneaux libres qu'indiqué par le compteur de requêtes au moment de l'émission de la requête. Une file d'attente distribuée est ainsi créée pour chaque sens de transmission.

Un avantage du protocole DQDB est que l'écriture sur le bus peut être réalisée au moyen de composants optiques passifs [40]. Les créneaux générés en tête de bus

sont modulés au moyen de composants passifs. Cela implique qu'un créneau ne peut être utilisé plusieurs fois (une fois utilisé, un créneau se propage comme tel jusqu'à la fin du bus).

## 22 Les extensions

Des extensions ont été apportées à DQDB de manière à satisfaire les exigences du CCITT. Ces extensions sont les suivantes:

1. Utilisation multiple de la capacité du canal. En remplaçant les dispositifs passifs par des dispositifs actifs, il devient possible de régénérer des créneaux libres lorsqu'une cellule est arrivée à destination. Il est nécessaire de modifier le protocole pour y inclure un algorithme de suppression des requêtes et de libération des créneaux. Cela permet de concevoir, sous certaines conditions, un protocole à file d'attente distribuée dans une configuration en anneau.
2. Garantie de débit minimum. Cette extension s'articule autour de deux charnières: l'introduction de plusieurs niveaux de priorité et l'émission de requêtes anticipées à débit minimal au niveau de priorité le plus bas.

### 221 Principe de la suppression des requêtes

Dans le but d'offrir la possibilité de régénérer des créneaux libres une fois la station de destination franchie, une requête ne devrait pas être propagée plus loin que l'emplacement où elle croise le créneau libre correspondant qui sera utilisé par la station qui a émis cette dernière [41]. Il n'est pas possible d'effectuer cette suppression à cet endroit précis; néanmoins, il sera possible de supprimer la requête à la station suivant ce point de croisement (fig. 4). Par conséquent, plusieurs files d'attente distribuées pourront coexister sur le même support de transmission. Elles vont s'étendre seulement sur les tronçons de réseau les plus chargés.

De manière à pouvoir supprimer des requêtes à chaque station sur le bus, un compteur supplémentaire (en plus des compteurs standard DQDB) est nécessaire: le

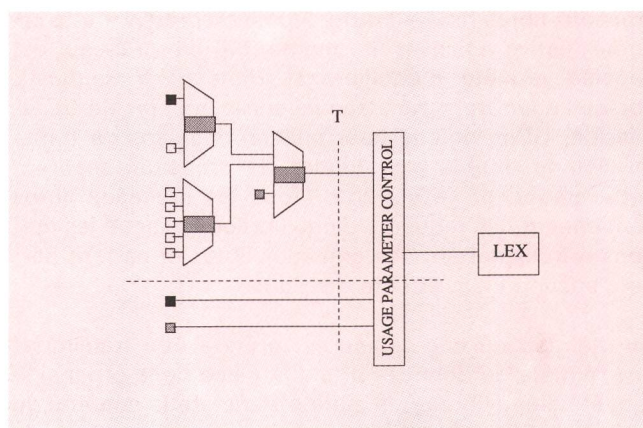


Fig. 3 Comparaison entre un terminal raccordé directement au réseau public et raccordé à un ou plusieurs étages de multiplexage



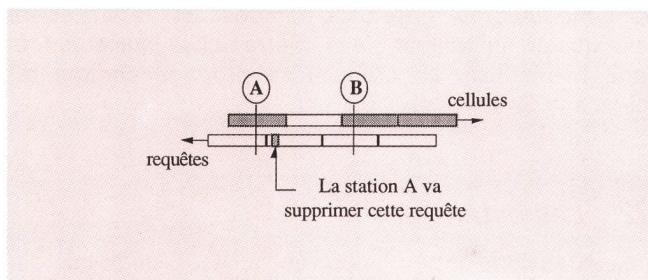


Fig. 4 Suppression d'une requête qui croise le créneau libre correspondant

compteur de créneaux libres en avance ESCnt (*Empty Slot Counter*). Ce compteur maintient un compte de l'excès de créneaux libres quittant la station par rapport aux requêtes reçues. Il est incrémenté lorsque des créneaux libres sont retransmis (sens des données) et décrémenté lorsque des requêtes sont reçues (sens des requêtes).

Le compteur de requêtes REQCnt ainsi que le compteur de créneaux libres en avance ne constituent en fait qu'un seul compteur dont ESCnt est la partie positive et REQCnt donne la valeur absolue de la partie négative. Ce compteur général est appelé GCnt (fig. 5). Lorsque ESCnt est positif, REQCnt est forcément nul et inversement.

Lorsque GCnt est positif, cela signifie que, du point de vue de la station courante, un excès de créneaux libres a été retransmis par rapport aux requêtes reçues. De ce fait, il n'est pas nécessaire de laisser continuer d'éventuelles requêtes reçues. Des requêtes peuvent être supprimées tant que GCnt est positif. Lorsque GCnt est négatif, le nombre de requêtes reçues est plus grand que le nombre de créneaux libres retransmis; cela signifie que la station fait partie d'une file d'attente distribuée.

Pour être à même de maintenir la balance des requêtes/créneaux libres, une station ne faisant pas partie d'une file d'attente distribuée (p. ex.  $GCnt \geq 0$ , donc  $REQCnt = 0$ ), et qui retransmet un créneau libre, émet une requête fictive dans la direction opposée (sens des requêtes). Ce type de station est appelé transmetteur de créneaux libres (EST - *Empty Slot Transmitter*). Cette requête fictive utilisant le même bit du créneau est appelée requête d'équilibrage (Handshake Request). Lorsqu'aucun trafic ne s'écoule sur le support de transmission, GCnt indique pour chacun des sens de transmission le double du nombre de créneaux séparant cette station de la suivante. Tous les créneaux libres contiennent des requêtes d'équilibrage, puisque les stations retransmettent des créneaux libres et ne font partie d'aucune file d'attente distribuée.

Au moment où une cellule est prête à être transmise, une requête de données prend la place de la prochaine requête d'équilibrage; la station transfère le contenu du compteur REQCnt dans CDCnt, comme dans le cas de DQDB, et les compteurs sont décrémentés de façon identique également. Lorsque CDCnt atteint zéro, la cellule est émise dans le prochain créneau libre.

## 222 Principe de la réutilisation des créneaux

Pour un fonctionnement cohérent du système, une procédure d'initialisation correcte est nécessaire. Les stations doivent être initialisées séquentiellement au démarrage du réseau (en inondant temporairement ce dernier par des cellules d'initialisation prédéfinies), en commençant par la station monitrice dans un anneau ou d'un générateur de créneaux libres, dans le cas du bus. Lorsqu'une station (appelée A) reçoit un créneau d'initialisation, elle annule son compteur général (GCnt). Dans un segment comprenant deux stations, lorsque A commence à retransmettre des créneaux libres, elle incrémente son GCnt (2-fig. 6). Lorsque c'est au tour de B de répéter cette procédure (3-fig. 6), elle renvoie des requêtes d'équilibrage en direction de A, qui exécute le même algorithme. Après un délai correspondant au temps d'aller-retour, le compteur GCnt de la station A se stabilise à une valeur correspondant au double de la distance en termes de créneaux entre A et B.

## 223 Principe de libération des créneaux

Le trafic d'un MAN est de nature souvent localisée. Les partenaires d'un échange de messages sont souvent espacés de quelques stations seulement. Par conséquent, la réutilisation de la capacité du canal rendue possible au moyen d'une procédure de régénération des créneaux libres à la destination peut améliorer les performances du réseau. Une station libérant un créneau contenant une cellule qui lui est destinée est appelée une génératrice de créneaux libres (ESG-*Empty Slot Generator*). Toutefois les créneaux ainsi libérés par une ESG ne peuvent être réutilisés par cette dernière.

## 224 Consistance de la file d'attente distribuée

Dans le cas où les concepts de file d'attente distribuée et de libération de créneaux libres sont combinés, il est nécessaire de prendre garde à ne pas perturber les files

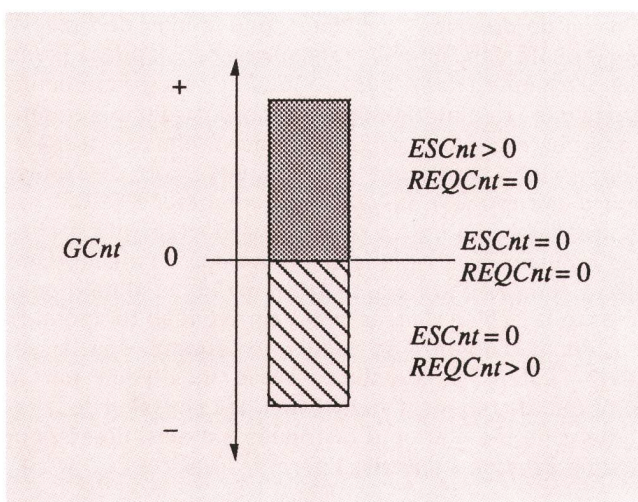


Fig. 5 Représentation du compteur général GCnt en termes des compteurs ESCnt et REQCnt



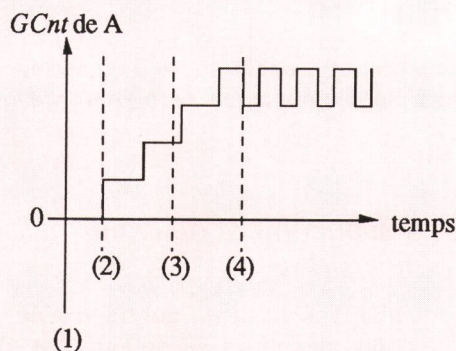


Fig. 6 Evolution de GCnt pendant la phase d'initialisation

d'attentes distribuées qui sont formées dans le réseau par la libération prématurée de créneaux occupés, car:

- Un créneau libéré peut biaiser la file d'attente distribuée: il est perçu occupé par la première partie de la file et vide dans la seconde partie de la file.
- La requête émise va donner lieu de toute manière au transport d'un créneau libre supplémentaire jusqu'à la station qui l'a réservé, et, évidemment, ce créneau n'est plus nécessaire vu que le créneau libéré va être utilisé à sa place.

Suite aux observations précédentes, une station qui possède un GCnt négatif ne peut pas libérer un créneau. Le créneau sera marqué comme créneau consulté, avant de pouvoir être libéré. La station est une génératrice de créneaux consultés (RSG-Read Slot Generator). Les créneaux occupés ou consultés ne peuvent être libérés que par des stations dont le GCnt  $\geq 0$  (les stations intermédiaires sont des transmetteuses de créneaux consultés (RST-Read Slot Transmitters). Ces derniers seront par conséquent véhiculés en dehors de toute file d'attente distribuée avant d'être convertis en créneaux libres (station ESG-Empty Slot Generator). De cette manière, la libération de créneaux n'aura pas d'effet perturbateur sur la cohérence des files d'attente distribuées existant dans le réseau à un moment donné.

Selon le changement d'état qu'un créneau a subi en traversant une station, cette dernière sera caractérisée (fig. 7) comme étant une station FSG, FST, RSG, RST, ESG, EST. On remarquera qu'un créneau libre ne peut devenir consulté; un créneau consulté ne peut devenir occupé.

## 225 Multirequêtes

Les distances entre les stations d'un réseau métropolitain peuvent être suffisamment grandes pour qu'un ou plusieurs créneaux se trouvent en transit entre deux stations adjacentes. Dans ce cas, il existe une inéquité notable de partage de la capacité excédentaire. Une solution a été proposée [42] pour corriger ce défaut. Dans

cette solution appelée «compensation de largeur de bande» (BWB-Bandwidth Balancing), chaque station doit renoncer à une portion de la capacité disponible. Une constante prédéfinie dicte le rapport entre la capacité utilisée par une station et celle qui est laissée volontairement libre. Le respect de ce rapport prédéfini par chacune des stations entraîne un partage équitable de la capacité du canal après une période de convergence.

Dans des situations de surcharge, la constante de temps du phénomène de convergence est en relation étroite avec la proportion de capacité perdue. Des résultats de simulation publiés dans [42] montrent que, pour trois stations distantes de 16 km s'adonnant à un transfert de gros fichiers, le partage de la capacité est relativement équitable après environ 1500 unités de créneaux, pour une perte de capacité de 5,2 %.

Il a été montré que l'envoi de plusieurs requêtes en avance\* (MOR-Multiple Outstanding Requests) peut augmenter la vitesse de convergence lorsque cette méthode est utilisée en conjonction avec le mécanisme BWB de DQDB [43]. Cependant, la conception d'un BWB pour un protocole à libération de créneaux et suppression de requêtes n'est pas triviale, car toutes les stations n'ont pas la même perception de la capacité restant à disposition sur le canal. Par contre, la technique du MOR en conjonction avec la valeur de GCnt mémorisée après initialisation peut contribuer à réduire l'inéquité entre stations, due à leur position relative.

Un paramètre appelé WindowSize (taille de la fenêtre) détermine le nombre maximal de requêtes qui peuvent être émises en avance. La valeur par défaut de ce paramètre est dérivée de la distance entre stations adjacentes. Cette distance peut être déterminée en termes de nombre de créneaux au moyen du GCnt après initiali-

\* Une station, après avoir émis une requête, doit attendre le créneau vide correspondant avant de pouvoir émettre une nouvelle requête. Ici, si plusieurs cellules sont en attente dans le tampon de sortie, la station pourra émettre plus d'une requête avant d'avoir reçu le premier créneau vide

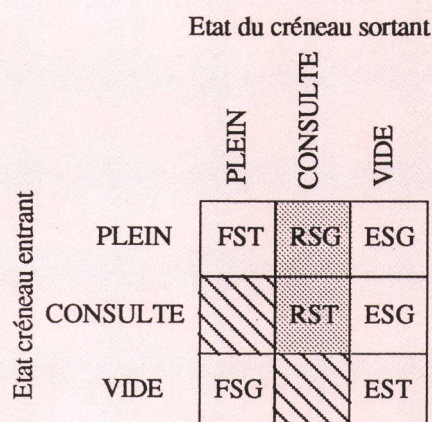


Fig. 7 Caractérisation d'une station en fonction du changement d'état d'un créneau

sation. La moitié de cette valeur attribuée à *WindowSize* donne une répartition égale de la capacité dans une file d'attente distribuée s'étalant sur deux stations adjacentes.

## 226 Garantie de la largeur de bande

Il est possible de compenser l'inéquité dans le réseau au moyen du paramètre *WindowSize*. Comme le CCITT requiert que le protocole garantisse un débit minimal par station, un mécanisme supplémentaire a dû être prévu. Le paramètre *WindowSize* devient variable au cours du temps. Cette variation est dictée par deux nouveaux paramètres:

- MinWS: *WindowSize* minimal
- GBW: Capacité garantie.

La taille de la fenêtre (*WindowSize*) est augmentée dynamiquement de manière que les requêtes en avance au-delà de MinWS soient émises à un débit correspondant à GBW. Après chaque départ de cellule, *WindowSize* est réduit d'une unité jusqu'à concurrence de MinWS. De cette manière, un débit minimum peut être garanti au moyen de la génération d'un débit de requêtes minimum.

## 3 Priorités

Il est possible d'introduire *n* niveaux de priorité dans ce protocole. Chaque priorité nécessite un ensemble séparé de composants:

- *n* tampons virtuels permettant d'absorber les cellules arrivant à différents niveaux de priorité
- *n* bits dans l'en-tête de la cellule pour les requêtes à chaque niveau de priorité

- *n* compteurs REQnt et *n* compteurs CDCnt, mais uniquement un compteur ESCnt.

Le protocole doit être encore doté d'un certain nombre de fonctions supplémentaires permettant de gérer les priorités.

## 4 Etat d'avancement de la normalisation et conclusions

Les recommandations du CCITT qui traitent de l'attribution des fonctions des bits GFC de l'en-tête ATM sont [I.150] et [I.361]. Initialement (juin 1991), cinq propositions de protocoles furent soumises à la commission d'études. Ces propositions peuvent être classées en deux groupes: les protocoles de type DQDB (dont celui décrit ci-dessus), et ceux à caractère cyclique. Des simulations furent effectuées pour ces cinq contributions et comparées. Au terme de la période d'étude courante (juin 1992) aucun consensus n'a pu être atteint pour le choix de l'un ou l'autre de ces protocoles. Le nombre de protocoles proposés a pu être réduit à 3.

Toutefois, deux modes d'opération du protocole GFC sont actuellement recommandés: les modes contrôlé et non contrôlé. Dans ce dernier, les bits GFC sont ignorés à réception et mis à zéro en émission, permettant ainsi le développement de terminaux point à point. Une procédure a été prévue pour qu'un équipement terminal puisse déterminer le mode de fonctionnement de l'interface auquel il est connecté.

Cette situation s'explique par les performances très similaires lors des tests réalisés par simulation. Les résultats dépendent beaucoup des conditions de test.

Selon l'opinion de l'auteur, il est à redouter que l'on aboutisse à une solution de compromis, avec une norme à options où l'on définirait la fonction des bits GFC pour les deux approches de type DQDB et de type cyclique.



## **Zusammenfassung**

### *Protokoll der Flusskontrolle im Teilnehmernetz*

Es können ein Teilnehmerendgerät oder mehrere an der Schnittstelle T des B-ISDN-Netzes angeschlossen werden gemäss Konfigurationen, die ein verteiltes Übertragungsnetz erfordern (Bus, Ring). Ein 4-Bit-Feld wurde im Kopf jeder ATM-Zelle reserviert. Dieses Feld «Generic Flow Control» (GFC) sollte es erlauben, ein Verwaltungsprotokoll des Zellenflusses im Lokalnnetz einzuführen. Nach einer Darstellung der Forderung bezüglich eines solchen Protokolles wird eine Lösung kurz beschrieben. Dieses Protokoll – Erweiterung eines bestehenden Produktes – wird zurzeit in den Normierungsgremien studiert.

## **Résumé**

### *Protocole de contrôle de flux dans le réseau d'abonné*

Un ou plusieurs terminaux d'abonné peuvent être raccordés à l'interface T du réseau intégré à large bande, selon des configurations qui peuvent mettre en jeu un support de transmission partagé (bus, anneau). Un champ de 4 bits a été réservé dans l'entête de chaque cellule ATM. Ce champ appelé «Generic Flow Control» (GFC) devrait permettre l'introduction d'un protocole de gestion du flux de cellules au sein du réseau local. Après une brève présentation des exigences envers un tel protocole, une solution est brièvement décrite. Ce protocole, une extension d'un produit existant, est l'un de ceux qui font l'objet d'études au sein des comités de standardisation.

## **Riassunto**

### *Protocollo del controllo del flusso nella rete degli abbonati*

All'interfaccia T della rete ISDN a larga banda possono essere allacciati uno o più terminali d'utente secondo configurazioni che richiedono una rete di trasmissione ripartita (bus, anello). Nell'intestazione di ogni cella ATM è stato riservato un campo a 4 bit. Questo campo chiamato «Generic Flow Control» (GFC) dovrebbe permettere di introdurre un protocollo di gestione del flusso di celle nella rete locale. Dopo aver illustrato le esigenze poste a un tale protocollo, l'autore descrive brevemente una soluzione possibile. Questo protocollo – basato su un prodotto esistente – è attualmente oggetto di studi in seno ai comitati di normalizzazione.

## **Summary**

### *Flow Control Protocols in the Subscriber Network*

One or several subscriber terminals can be connected to the T interface of the B-ISDN network according to the configurations which may require a shared transmission network (bus, ring). A 4 bit field was reserved in each ATM cell header. This field, called «Generic Flow Control» (GFC), should permit the introduction of a management protocol of the flow of cells in the local network. After a presentation of the requirements with respect to such a protocol, the author gives a brief description of a solution. This protocol – an extension of an existing product – is one of those which are the objects of a study within the standardization committees.