

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Band:	80 (1989)
Heft:	17
Artikel:	Où en sont les MAN?
Autor:	Bjenesco, T. I.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-903713

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: 26.01.2026

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

Où en sont les MAN?

T.I. Băjenescu

L'article essaie de présenter l'évolution future des réseaux métropolitains. Le protocole «Distributed Queue Dual Bus» (DQDB), le «Switched Multi-megabit Data Service» (SMDS) et un scénario d'utilisation de ce service, aussi bien que les résultats d'une étude en simulation [3] sont brièvement présentés.

Dieser Beitrag versucht die künftigen Entwicklungen der Metropolitan Area Networks aufzuzeigen. Das Protokoll «Distributed Queue Dual Bus» (DQDB), das «Switched Multi-Megabit Data Service» (SMDS) und ein SMDS-Anwendungs-Szenario, sowie die Ergebnisse einer Simulationsstudie [3] werden darin kurz vorgestellt.

L'intégration des différents services télématiques dans un seul réseau – à l'intérieur d'un certain domaine géographique donné – est un défi avec lequel les spécialistes commencent à être confrontés de plus en plus souvent. Et le problème n'est pas simple, car le réseau doit supporter un service de communications asynchrone de haute vitesse pour des applications comme l'interconnexion des réseaux locaux LAN (Local Area Networks) aussi bien que des services isochrones de haute qualité pour la transmission de la voix digitalisée et des conférences vidéo.

Les progrès technologiques ont permis d'obtenir des desktop-workstations ayant les possibilités des mini-ordinateurs d'hier mais dont le prix ne représente plus qu'une petite fraction du coût des minicomputers. L'introduction des microprocesseurs 32 bits et des systèmes d'exploitation multitâches pour les ordinateurs personnels ont transformé les PCs en de vraies workstations. Et la puissance distribuée des ordinateurs fait augmenter continuellement la demande d'accès à distance instantané afin de partager en direct (on line) non seulement l'information disponible mais aussi les ressources chères (comme les tables traçantes et les imprimantes laser de haute qualité).

Deux autres facteurs ont fait augmenter la demande pour les réseaux métropolitains:

- CAD/CAM et - plus généralement - les possibilités graphiques qui ont rapidement évolué et rendent ainsi les applications plus faciles et plus intuitives, et
- la combinaison (PC + workstations + réseau de hautes performances) qui a conduit aux calculs sans disque et aux systèmes de fichiers réseau.

Les MAN vont opérer à des vitesses bien supérieures à 10 Mbit/s et doi-

vent couvrir des surfaces ayant un diamètre compris entre 5 et 50 km (et même plus, comme dans le cas des villes et des agglomérations urbaines).

L'organisation IEEE 802

A l'intérieur de l'organisation IEEE 802 s'est constitué un groupe de travail (802.6) sur les MAN (fig. 1) qui travaille à la standardisation d'un concept approprié. A la différence des comités précédents (IEEE 802.3 [CSMA/CD], IEEE 802.4 [Token Bus] et IEEE 802.5 [Token Ring]), ce nouveau comité n'était pas limité à une méthode d'accès particulière, ce qui lui a permis de faire le meilleur choix: le Distributed Queue Dual Bus DQDB, proposé par Telecom Australie.

Le double bus DQDB

Dès novembre 1987, les membres du comité IEEE projet 802.6 se sont mis d'accord sur le type de protocole qui sera utilisé dans les réseaux métropolitains. La proposition d'un bus double DQDB – connue encore sous la dénomination QPSX – a fait l'unanimité du comité en peu de temps. Le double bus est appuyé en plus par la grande majorité des industriels travaillant dans le domaine de la téléphonie, ce qui explique la vitesse avec laquelle les drafts du nouveau standard ont fait leur apparition déjà à la fin de l'année 1988.

La proposition australienne (fig. 2) a en vue tous les supports physiques et surtout la fibre optique disposée en anneau, mais - du point de vue logique - elle travaille comme un bus. Une unité, qui joue le rôle d'un pilote, ne doit pas répéter les données qui entrent de n'importe quelle direction. La boucle travaille comme un bus et il n'est plus nécessaire de retirer les données du câble (comme cela se passe dans le cas d'un anneau). Pour l'écriture des données on utilise un circuit OU qui combine les bits 1 des données avec les inter-

Adresse des Autors:

*Titu I. Băjenescu, M. Sc., Consultant Engineer,
13, ch. de Riant-Coin,
1093 La Conversion/Lutry.*

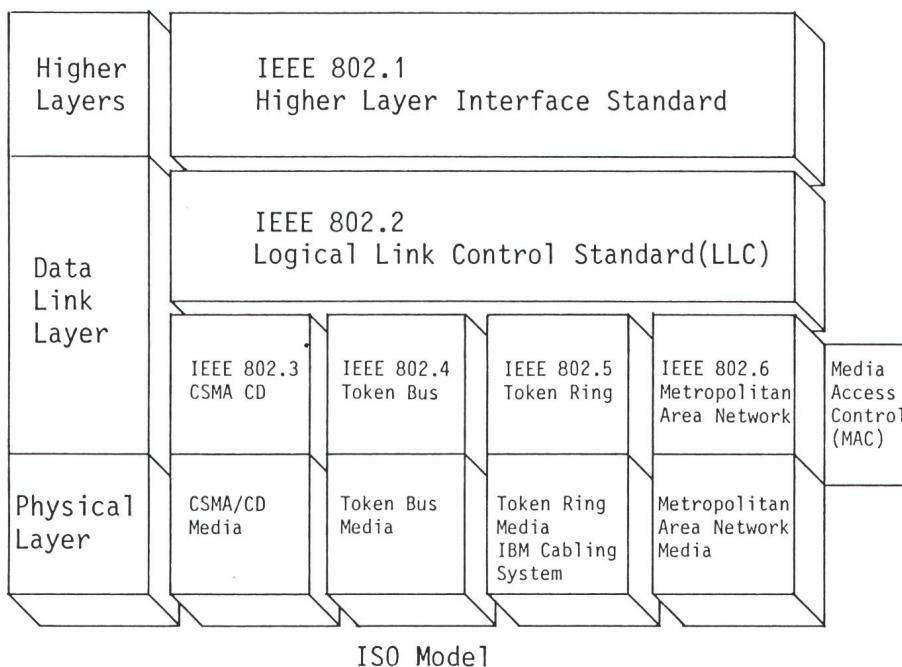


Figure 1 La structure du comité IEEE 802

IEEE 802.7 Broadband
 IEEE 802.8 Optical fiber
 IEEE 802.9 Integrated voice and data lan interfaces

valles blancs (\emptyset) du bus (une opération similaire à l'écriture en crayon sur une feuille blanche de papier). La conséquence immédiate de cette manière d'écriture est la simplification des circuits en série avec le bus, ce qui se traduit par l'augmentation de la fiabilité en service du bus. Le reste du protocole d'accès est installé d'une manière autonome par rapport au trafic du bus; une défaillance dans cette grande partie de la logique n'affecte pas le fonctionnement du bus.

Le fait que la boucle ait une «ouverture logique» offre une très grande tolérance face aux erreurs. Si le câble était coupé ou si la défaillance d'un nœud ne pouvait pas être contournée

par des relais, l'ouverture logique peut être déplacée sur le site de la panne. Les «extrémités» originales du bus sont instruites pour laisser passer les données et de ne pas leur mettre fin. L'exploitation du réseau a ensuite lieu comme auparavant, à pleine vitesse et sans dégradation du temps d'accès ou des autres performances. Cette reconfiguration est représentée sur la figure 3.

L'organisation et la planification sont deux autres domaines où le double bus rend service. L'existence de deux bus à plein temps rend possible la réalisation d'une queue distribuée (qui s'avère en exploitation comme étant équivalente à une simple queue).

DQDB (connu donc initialement comme QPSX Queued Packed and Synchronous Exchange) offre:

- un accès *arbitré* à la sous-couche MAC (Media Acces Control), basé sur niveaux de priorité multiples pour la Distributed Queueing (queue distribuée);
- une sous-couche *non-arbitrée* pour le support des services isochrones [1].

L'architecture-réseau du sous-réseau DQDB est basée sur une paire de bus optiques unidirectionnels (paire double bus ou Dual Bus Pair). Sur la figure 4 sont représentées les deux topologies possibles: la topologie en double bus, à boucle ouverte, et la topologie en double bus, à boucle fermée. Les deux topologies commencent et finissent avec un contrôleur dédié, mais n'ont pas de liaison d'intercommunication.

Les stations sont attachées à chaque bus à travers une connexion logique OU d'écriture et une écoute-lecture, localisées en amont de la connexion d'écriture. Elles observent les données passant sur le bus mais ne les enlèvent jamais, car elles les modifient en accord avec le protocole d'accès. Les deux bus travaillent d'une manière synchrone au niveau de la sous-couche MAC en utilisant des trames cycliques indépendantes du MAC; chaque trame contient un en-tête pour le management de l'information au niveau de la sous-couche MAC et un nombre d'intervalle de longueurs fixes. Les trames sont générées par le contrôleur situé en tête d'un bus et «coulent» vers le bas en défilant devant chaque station avant d'être supprimées à la fin du bus. La durée des trames du cycle MAC est fixée à 125 µs et le nombre d'intervalle à l'intérieur de chaque cycle est déterminé sur un sous-réseau donné. Toutefois, le nombre d'intervalle à l'intérieur d'un cycle MAC de trames peut varier pour différents sous-réseaux [2].

Structure des trames et des intervalles

Pour un sous-réseau DQDB donné, chaque cycle MAC est constitué d'un nombre fixe d'intervalle (fig. 5). Chaque intervalle consiste en un Acces Control Field ACF et en un *segment*. Les octets disponibles sont mis en place jusqu'à ce que la trame du cycle MAC contient un nombre entier d'intervalle complets. Un segment comprend un en-tête de segment suivi

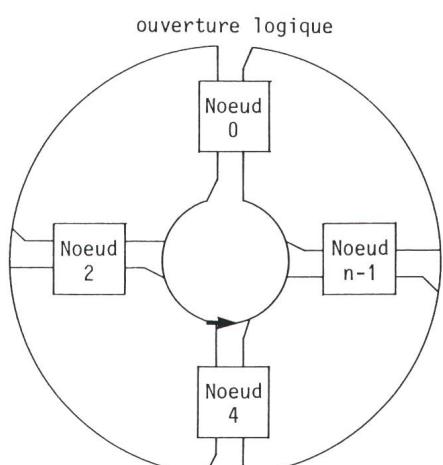


Figure 2 Le double bus MAN et les connexions directionnelles

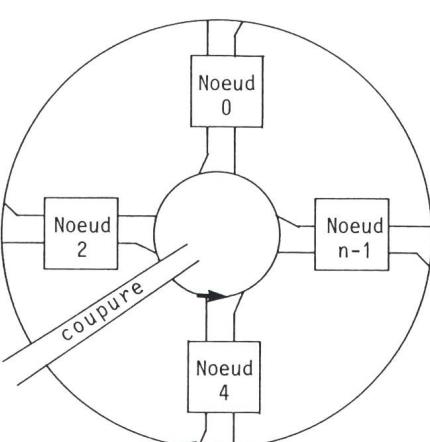


Figure 3 Déplacement de l'ouverture logique sur le site de la panne, pour un double bus MAN

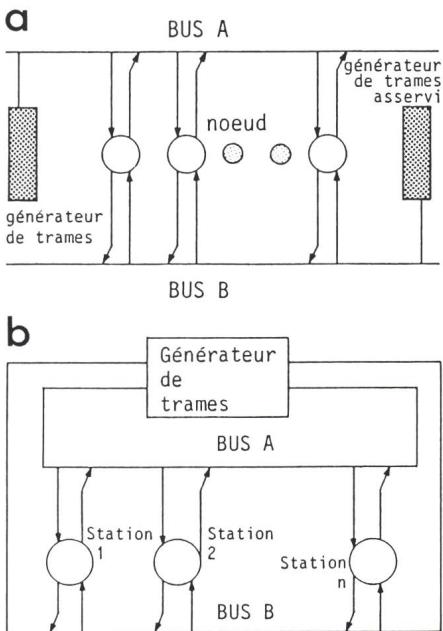


Figure 4 Topologies des bus pour DQDB

- a Open dual bus topology (topologie en double bus, à boucle ouverte)
 ↓ lecture
 ↓ écriture unidirectionnelle
 b Looped dual bus topology (topologie en double bus, à boucle fermée)

par un segment à charge payante dont l'en-tête contient l'information pour le segment à charge payante. Le protocole d'accès au support de l'information DQDB utilise deux types d'intervalle appelés Queued-Arbitrated QA et Non-Arbitrated NA. Les intervalles NA transportent des échantillons isochrones de segments. Les intervalles QA sont utilisés pour transférer les segments asynchrones. Ces segments sont utilisés pour appuyer tant les services de connexion orientés asynchrone que les services sans connexion (connectionless). Le contenu des segments correspondants à charge payante (le champ d'information) n'a aucune contrainte. A l'intérieur de l'en-tête du segment, il y a un champ d'étiquetage utilisé pour identifier les segments appartenant au même paquet.

L'ACF est utilisé pour contrôler l'accès à l'intervalle. *Busy* indique si un intervalle est disponible pour le Queued-Arbitrated Access (*Busy* = 0) ou s'il contient des données (*Busy* = 1). Le bit pour le type d'intervalle indique si l'intervalle est de type QA ou NA. Le champ de demande contient quatre bits indépendants de demande qui peuvent être utilisés pour le niveau de priorité multiple à l'intérieur du protocole de queue distribuée destiné au trafic asynchrone.

Switched Multi-Megabit Data Service SMDS

Afin de répondre aux demandes du marché – tout en tenant compte des tendances technologiques –, les laboratoires Bell Communications Research ont défini et réalisé un nouveau service appelé SMDS, ainsi que les moyens nécessaires pour le mettre rapidement à la disposition des usagers intéressés. Les essais récents effectués par les maisons Nynex Corporation, New England Telephone et U.S. West/Northwestern Bell ont démontré qu'on peut utiliser les technologies MAN dans un environnement PTT pour mettre à disposition des services à haute vitesse et – progressivement – à large bande. Un aspect-clé du service c'est qu'il a été défini indépendamment de l'architecture et de la technologie utilisées dans le réseau respectif. Ceci est essentiel, car les usagers sont assurés de ne pas rencontrer de discontinuité de service dans l'évolution du système SMDS vers les services multiples en large bande. En utilisant la fibre optique monomode pour offrir ses services, SMDS part gagnant et avec la perspective de réaliser d'importantes économies.

Scénario d'utilisation du service SMDS

Sur la figure 6 on peut voir – comme exemple – un scénario d'utilisation du

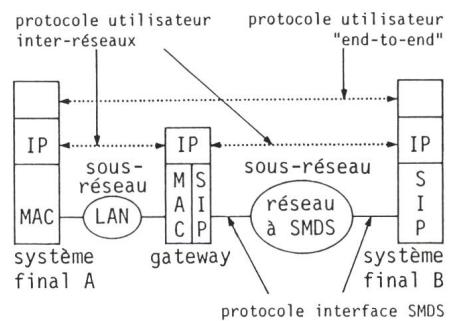


Figure 6 Scénario pour l'utilisation du service SMDS (exemple)

service SMDS. On suppose que l'environnement de l'utilisateur est représenté par plusieurs réseaux (locaux ou géographiquement séparés). Chaque réseau constitue un sous-réseau dans la configuration de réseaux multiples de l'utilisateur. De tels réseaux incluent des LAN parfois interconnectés à l'aide du X.25 ou à l'aide des lignes louées. Les réseaux multiples sont normalement interconnectés à l'aide des ponts (Bridges) ou des Gateways. Afin de réaliser l'intégration des sous-réseaux dans un inter-réseau plus grand, l'équipement de l'usager contient des protocoles de transport et inter-réseaux dans les Gateways et dans les systèmes finals A et B. Le protocole inter-réseaux travaille d'habitude «connectionless», tandis que le protocole de transport end-to-end offre des fonctions de contrôle et de fiabilité. Pris ensemble, ils offrent un service robuste qui contrôle les erreurs et le flux pour les applications du système distribué.

Le protocole le plus répandu pour interconnecter les réseaux est le protocole TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) développé par DARPA (Department of Defense Advanced Research Projects Agency), un standard de facto utilisé par les universités, les communautés de scientifiques et d'ingénieurs du monde entier et – évidemment – par le Department of Defense des Etats-Unis, pour lequel il a été initialement mis au point. Récemment, il s'est fait remarquer aussi sur la place publique commerciale comme base pour les réseaux multivendeurs. L'architecture du protocole TCP/IP est très semblable à l'architecture utilisée pour réaliser l'Internetworking (qui comprend une partie des standards OSI). Dans l'architecture OSI, le protocole Internetworking ISO 8473 situé au niveau de la couche 3 (couche réseau) correspond au protocole IP du TCP/IP. Le protocole de transport OSI, ISO

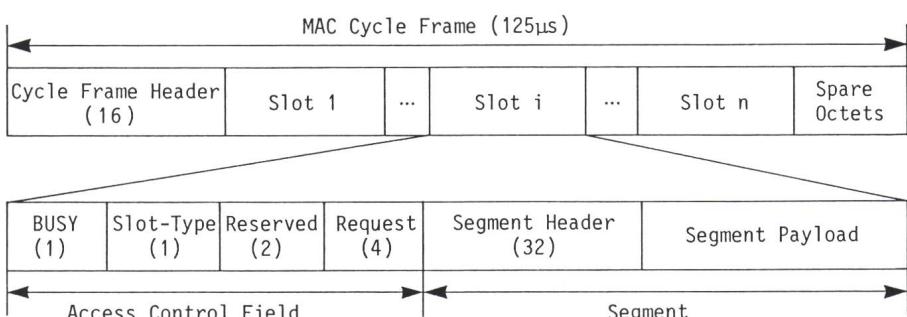


Figure 5 Format de la trame et de l'intervalle

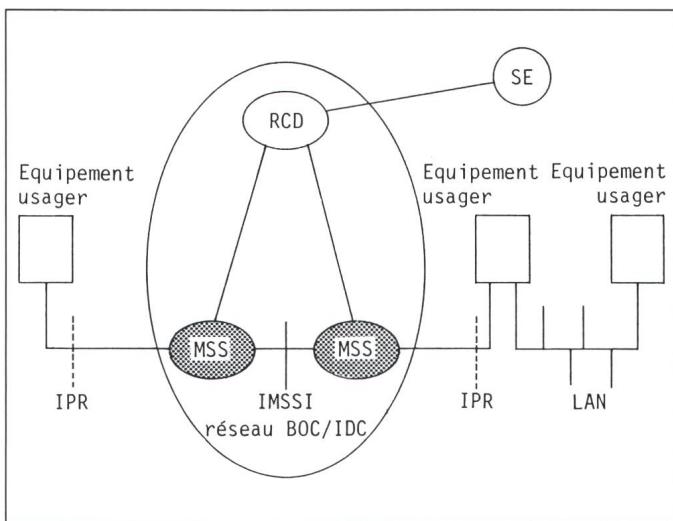


Figure 7
Un réseau métropolitain qui appuie le système SMDS

RCD
réseau de communication des données
SE
système d'exploitation
IPR
interface participant réseau
IMSSI
Inter-MAN switching system interface
I
interface générique pour opérations

8073, inclut une classe de protocole Class 4 dont la fonctionnalité correspond au TCP.

Caractéristiques du SMDS

Brièvement résumées, les caractéristiques du système SMDS sont:

- fonctions et caractéristiques similaires aux réseaux locaux,
- interface simple et efficace,
- haut débit,
- délai réduit.

Afin de pouvoir mettre à disposition le système dans un bref délai et pour faire face aux demandes du marché – qui se multiplient –, les spécialistes de Bell Communications Research prévoient d'utiliser la technologie MAN et le B-RNIS (large bande) avec un schéma de numérotation pour identifier les interfaces usager dans le cadre de l'adressage de groupe (Recommendations E.164 du CCITT). Ils ont appelé cette combinaison MSS (MAN Switching System). Le protocole d'interface SMDS – dénommé SIP (SMDS Interface Protocol) – est défini à travers l'interface du participant au réseau SNI (Subscriber-Network Interface). Les MSS sont interconnectés à l'aide d'une interface IMSSI (Inter-MSS Interface) (fig. 7).

LAN et MAN: quelle différence?

Les réseaux locaux (LAN) ont été le point de départ du modèle de transmission de données, basé sur la téléphonie. Ils partagent un câble commun où les données circulent à une vitesse suffisamment importante et satisfont simultanément les demandes de plusieurs usagers. Leurs ancêtres ne

sont pas, toutefois, à trouver dans le système téléphonique mais dans le bus interne qu'on trouve dans la plupart des ordinateurs.

Les réseaux métropolitains (MAN) ont un pied dans chaque camp. Leur origine se trouve dans l'extension d'un réseau local, mais leurs dimensions et leur but demandent qu'ils soient exploités par un corps central. Le besoin d'un standard dans le domaine des MAN a été reconnu en 1981 déjà, dans le projet 802 de l'IEEE. Mais les diverses tendances ont eu besoin de temps (longtemps!) pour trouver l'unanimité et définir l'architecture et les protocoles nécessaires. Si tout va bien, on espère pouvoir avoir les standards respectifs (IEEE 802.6) d'ici fin 1989.

On pourrait brièvement résumer les caractéristiques essentielles de ces deux types de réseaux de la manière suivante: les LAN ont en vue une petite distance, de quelques km seulement, tandis que les MAN peuvent couvrir une grande ville et ses banlieues (donc entre 50 et 100 km). En plus, les MAN peuvent transporter la voix et la vidéo, ce qui permet plus d'exigences en demandes d'accès. Le MAN constitue l'épine dorsale de plusieurs LAN et de gros ordinateurs interconnectés, tout en offrant une exploitation centrale pour la facturation et la maintenance. S'il s'agit d'une exploitation publique d'un MAN, la confidentialité et la sécurité des communications échangées sont assurées.

Le projet IEEE 802.6

Comme le nombre d'usagers est plus important, l'interconnexion de plusieurs LAN et d'ordinateurs sophistiqués demande des vitesses plus

grandes. N'importe quelle vitesse peut être utilisée, à condition qu'elle soit vraiment haute. La distance optimale se situe aux environs de 50 km diamètre pour pouvoir couvrir des villes (et leurs banlieues) d'une certaine importance.

Le projet IEEE 802.6 considère que la majeure partie du trafic sera constitué par la voix numérisée et non pas par les données d'ordinateur. La voix a des lois rigoureuses qui ne s'appliquent pas aux ordinateurs et qui dictent la conception des réseaux métropolitains. Les MAN doivent garantir 64 kbit/s pour les canaux voix et des délais de maximum 2 ms pour une excursion en anneau, et ceci dans les pires conditions qu'on pourrait rencontrer en exploitation (canaux isochrones).

Pour assurer le partage du câble à une vitesse très élevée (plusieurs Gbit/s), il s'est avéré que la technologie microélectronique est la plus indiquée pour résoudre ce problème technique et que le logiciel (s'il y en avait un) était loin de pouvoir tenir le pas; car plus le temps passe, plus ces protocoles deviendront complexes et avec plus de (sous)couches. Du point de vue économique, il est évidemment moins cher de partager le câble, d'autant plus qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une fonction de commutation. N'importe quelle station de réseau peut émettre des messages destinés à une autre station, ce qui permet au réseau de «croître» graduellement et progressivement, en fonction des besoins.

Etude en simulation du DQDB

Davids et Welzel [3] ont étudié en simulation (voir fig. 8 pour le modèle de la station DQDB) un trafic asynchrone comprenant le transfert des fichiers (90% de la charge totale) et des compo-

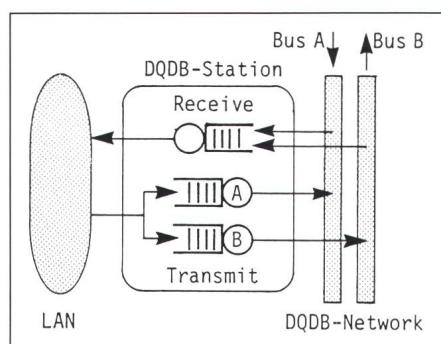


Figure 8 Le modèle de la station DQDB étudiée

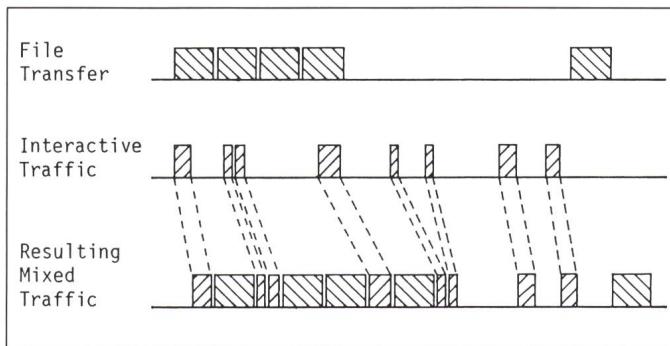


Figure 9
Intégration des classes de trafic

sants interactifs du trafic. Ils ont supposé des processus statistiquement identiques pour chaque station DQDB où on attache un LAN et des adresses également distribuées pour les paquets de fichier et de trafic interactif. On a supposé que les LAN interconnectés travaillent à 10 Mbit/s.

Le transfert de fichiers a été modelé par une source de trafic (fig. 9) ayant une très courte tranche de temps affectée à un programme en multiprogrammation (Bursty Traffic Source). La longueur du champ d'information des paquets était de 1024 byte et les paquets étaient séparés par un intervalle de 9,6 µs [4]. Beaucoup de fichiers étaient courts, et la valeur moyenne globale était de 16,58 Kbyte, avec un coefficient de variation (calculé) de 1,6. On a supposé que le temps entre deux «bursts» consécutifs était distribué exponentiellement.

La majorité des paquets petits a un champ d'information de 40,9 byte et plutôt un important coefficient de variation (2,06); à chaque paquet des deux classes, on a additionné un «Internet Overhead» de 35 byte [5]. Mais comme ni le trafic de fichiers, ni le trafic interactif ne suffisent pour modeler l'arrivée des paquets d'un LAN, Davids et Welzel ont défini un modèle simple pour une source de trafic mixte, en admettant que les paquets des deux applications sont générés d'une manière indépendante et «asservis» par une source LAN conformément à la stratégie FIFO (First In First Out) (fig. 9). Cette supposition a un certain impact sur les résultats obtenus par rapport à la longueur de la queue qui se forme à la station DQDB¹.

Le modèle DQDB consiste dans un nombre variable de stations (conformément à la fig. 8); en plus, on a prévu quelques compteurs pour l'opération de l'algorithme de queue distribuée. Vu les limitations de la capacité de mémoire et pour modéliser d'une manière réelle le réseau, la capacité des buffers, pour chaque queue, a été limitée à 100 paquets.

Pour être comparable avec les performances indiquées par FDDI et FDDI-II, on a utilisé pour les données une vitesse de 100 Mbit/s (50 Mbit/s pour chaque bus); la longueur du segment à charge payante était de 64 byte. On peut maintenant calculer le nombre d'intervalles de la trame du cycle MAC (résultat: 11) et le nombre de «Spare Bytes» (résultat: 20). Ces paramètres déterminent un temps de système de 9,9% pour des segments à charge payante, complètement remplis d'information. En plus, un MAC-«Overhead» de 25 byte est additionné à chaque paquet, avant la sous-division des paquets dans des formats à charge payante.

Les résultats des simulations sont présentés sur les figures 10, 11 et 12. Sur la figure 10, on peut voir que les stations situées au milieu ont les meilleures performances, car elles peuvent transmettre simultanément sur le bus A et sur le bus B, en distribuant la charge à peu près également sur les deux bus². Mais la différence par rap-

² Des résultats similaires ont été obtenus par Huber et al. [7].

port au délai d'un paquet «moyen» est très petite et ne dépasse pas 30 µs par paquet, pour un débit/station de 100 Kbit/s. Pour 1 Mbit/s, la différence est inférieure à 10 µs. Ceci nous fait penser que DQDB offre un bon accès au support physique de transmission, pour un système légèrement chargé.

Si le système travaille dans un mode saturé et les stations sont situées équidistantes sur les bus, l'utilisation des intervalles disponibles est de 100%. Le débit maximum a été analysé pour un scénario comprenant 15 stations interconnectées par un réseau DQDB. Le débit maximum est normalisé par rapport au nombre d'intervalles générés sur les deux bus.

La figure 11 montre le débit maximum en fonction du nombre de stations pour différentes longueurs du support physique de transmission. Comme les deux bus travaillent mutuellement indépendants et les intervalles arrivent simultanément aux stations S₁ et S₁₅, les résultats sont symétriques par rapport à la station S₈. Pour des longueurs petites (5 km), la durée du signal de propagation est très petite (25 µs et peut être ignorée). Si la longueur du câble augmente, les stations S₁ et S₁₅ sont favorisées. Pour un câble long (50 km) et très long (100 km), les stations S₁ et S₁₅ occupent respectivement 17% et 29% de la largeur de bande disponible.

Quant au trafic mixte, on suppose que chaque station génère une charge moyenne asynchrone de 2 Mbit/s, ce qui représente un scénario réaliste pour un réseau de base (Backbone) qui interconnecte des LAN lourdement chargés. Les résultats de la simulation sont résumés sur le tableau I.

Sur la figure 12 est représenté le délai moyen d'un paquet (pour une longueur du câble de 25 km), calculé pour chaque station – conformément au scénario considéré –, tout en marquant les valeurs maxima et minima de ces délais. On remarquera que pour des systèmes légèrement et modérément chargés (nombre de stations inférieur à 25), le délai moyen ainsi que l'interval-

Paramètre	Source trafic mixte
Débit d'accès moyen [Mbit/s]	2,0
Longueur moyenne du champ d'information [byte]	426,4
Moyenne du temps entre paquets [ms]	1,476
Taux de génération des paquets [paquets/s]	541,9
Moyenne du temps entre arrivées [ms]	1,845

Tableau I Caractéristiques de la source pour un trafic mixte

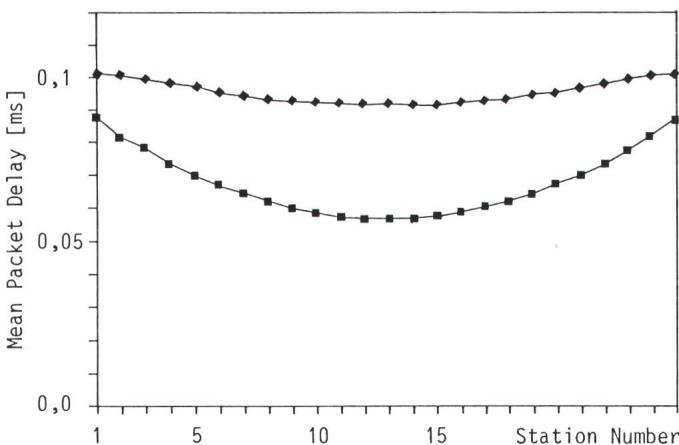


Figure 10
Délai moyen d'un paquet [ms] en fonction du numéro de la station
 ◆ 1 Mbit/s per station
 ■ 100 kbit/s per station

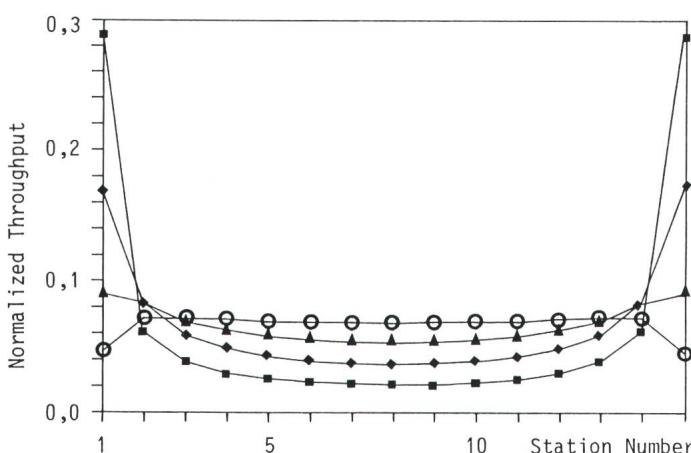


Figure 11
Débit normalisé en fonction du numéro de la station
 ■ = 100 km
 ◆ = 50 km
 ▲ = 25 km
 ○ = 5 km

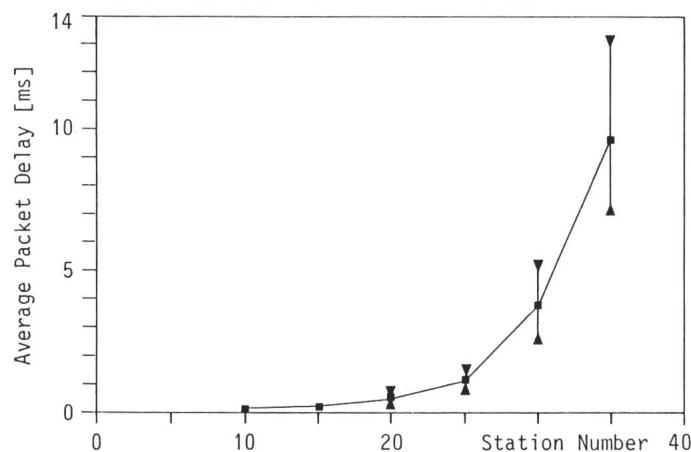


Figure 12
Délai moyen des paquets [ms] en fonction du nombre de stations

le de confiance respectif sont très petits et que les valeurs minima et maxima de ce délai sont proches de la valeur moyenne. Au-delà de 25 stations, les valeurs maxima et minima diffèrent considérablement et les intervalles de confiance augmentent simultanément au-delà de + et - 20% de la valeur moyenne. Ces résultats sont la conséquence du processus irrégulier d'arrivée de «bursts» pour un système lourdement chargé et - aussi - du temps de simulation limité.

Tendances futures [8]

En partant de l'état actuel de la recherche dans ce domaine, on pourrait résumer brièvement et en style télégraphique les plus importantes tendances comme suit:

- Progrès rapides vers la standardisation des MAN.
- Consensus industriel sur l'architecture et les protocoles des réseaux métropolitains.
- Marché naissant pour SMDS.

- Les réseaux métropolitains proposés sont compatibles avec RNIS.

- Pour pouvoir satisfaire les futurs usagers, il faut leur offrir une possibilité de communication à très haute vitesse entre les différents appareils, sans qu'ils puissent faire une distinction (en ce qui concerne les performances) entre le travail «en local» et «à distance».

- Haute vitesse pour les réseaux de transport à commutation par paquets: une promesse qui deviendra réalité dès que SMDS sera pratiquement disponible.

- Extensions à travers des environnements MAN et WAN (Wide Area Network).

- Avancement rapide dans l'utilisation des câbles en cuivre pour des vitesses relativement hautes.

- SONET sera bientôt utilisé comme interface entre réseaux optiques à 155,52 Mbit/s (et même plus).

- Les progrès récents enregistrés dans le domaine de la fibre optique permettront bientôt la réalisation des transmissions à 2,4 Gbit/s (et au-delà).

- L'absence d'un set cohérent de standards pour le network management est un obstacle important pour le progrès des applications ISO/OSI.

Bibliographie

- [1] Distributed queue dual bus (DQDB) metropolitan area network (MAN). Draft of proposed IEEE Standard 802.6 (draft D.O.) June 1988.
- [2] Z. L. Budrikis a. o.: QPSX: A queue packet and synchronous circuit exchange. In: New communication services: A challenge to computer technology. Proceedings of the eighth International Conference on Computer Communications, Munich, F.R.G., 15...19 September 1986; p. 288...293.
- [3] P. Davids and T. Welzel: Performance analysis of DQDB based on simulation. Third IEEE Workshop on Metropolitan Area Networks, San Diego/California, March 28...30, 1989.
- [4] IEEE Standard for local area networks: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD). Access method and physical layer specifications. ANSI/IEEE Standard 802.3-1985 / ISO Draft International Standard 8802/3.
- [5] Connectionless internetwork protocol. Standard ECMA 92, March 1984.
- [6] Local area networks: Token ring access method. ANSI/IEEE Standard 802.5, 1985.
- [7] M. Huber a. o.: QPSX and FDDI-II performance study on high-speed LANs. Proceedings of the Annual European Fiber Optic Communication and Local Area Networks Exposition (EFOC/LAN) 1988; p. 316...321.
- [8] T. I. Bajanesco: MANs: Trends and future prospects. Third IEEE Workshop on Metropolitan Area Networks, San Diego/California, March 28...30, 1989.