

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.02.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 29.08.97 Bulletin 97/35.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : FRANCE TELECOM
ETABLISSEMENT PUBLIC — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BENGIO SAMY, CLEROT FABRICE,
GRAVEY ANNIE et COLLOBERT DANIEL.

⑦3 Titulaire(s) : .

⑦4 Mandataire : CABINET LE GUEN ET MAILLET.

⑤4 PROCÉDE DE RENEGOCIATION EN COURS DE COMMUNICATION DES PARAMETRES D'UN CONTRAT DE TRAFIC D'UN RESEAU ATM.

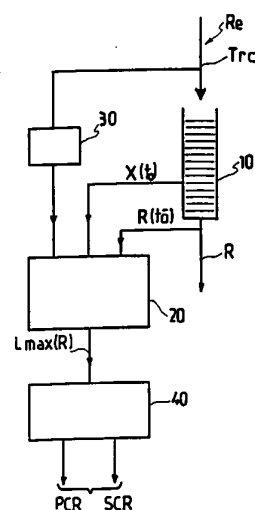
⑤7 Procédé de renégociation en cours de communication des paramètres d'un contrat de trafic d'un réseau ATM.

La présente invention concerne un procédé de renégociation, en cours d'une communication sur un réseau ATM, des paramètres du contrat de trafic concernant ladite communication. Il est caractérisé en ce qu'il consiste:

a) à prédire, pour une période de temps prédéterminée entre deux renégociations successives, la longueur maximale qu'atteindrait une file virtuelle nourrie par le trafic de ladite communication pour au moins un débit de sortie donné de ladite file,

b) à déduire de ladite longueur maximale un ou de nouveaux paramètres du contrat de trafic, et

c) à renégocier avec le réseau sur la base dudit ou desdits paramètres de trafic pour ladite période de temps.



La présente invention concerne un procédé de renégociation en cours de communication des paramètres d'un contrat de trafic d'un réseau ATM.

5 Un réseau ATM (Asynchronous Transfer Mode) est un réseau dont la transmission des informations est fondée sur le multiplexage temporel asynchrone de paquets d'informations, appelés cellules, de longueur fixe. Il est possible de transporter sur un tel réseau un service quelconque, tel qu'un service audio, vidéo ou de transmission de données, indépendamment des caractéristiques intrinsèques de celui-ci, comme par exemple le débit binaire, ses caractéristiques de 10 qualité ou sa nature sporadique. C'est pour ces raisons que cette technique de transfert des cellules par multiplexage temporel asynchrone a été retenue comme mode de transfert des réseaux numériques à intégration de services à large bande dits réseaux BISDN. 15

Néanmoins, pour garantir la qualité de service et fournir la bande passante demandée par les applications, il s'est avéré nécessaire de prévoir divers contrôles. Ceci se révèle particulièrement vrai pour les trafics à débits très sporadiques 20 comme ceux qui sont engendrés par l'interconnexion de réseaux locaux.

Ces contrôles concernent, d'une part, les contrôles des paramètres du réseau ou les contrôles des paramètres d'utilisation qui visent l'ensemble des actions menées par le réseau pour surveiller et contrôler le trafic sur une connexion ATM. L'invention 25 n'est pas concernée par ce type de contrôles. Ils concernent, d'autre part, le contrôle d'admission d'une connexion lequel vise à accepter ou refuser une connexion, lors de la demande de son établissement, selon que la quantité de ressources disponibles permet ou ne permet pas de transporter la nouvelle connexion au travers du réseau entier 30 avec la qualité de service requise.

Ainsi, lors de l'établissement d'une connexion, il est passé entre l'utilisateur et le réseau un contrat de trafic qui est constitué, d'une part, d'un descripteur de trafic de la connexion concernée et, d'autre part, de la classe de qualité de service QoS

requis. Ces informations sont fournies par l'utilisateur, au moment de l'établissement de la connexion, par exemple au moyen de la signalisation.

Le descripteur du trafic de la connexion en cours d'établissement peut comprendre les quatre paramètres de trafic suivants: le débit de cellules maximal ou débit-crête (PCR, Peak Cell Rate), la tolérance de la variation du délai des cellules ou tolérance de gigue to_{PCR} , et éventuellement le débit cellulaire projeté (SCR, Sustainable Cell Rate) et sa tolérance associée to_{SCR} .

Par le contrat souscrit, l'utilisateur s'oblige à ce que le trafic qu'il émet soit conforme à celui qui est défini par les paramètres du contrat alors que le réseau assure un respect du débit et de la tolérance de gigue dès lors que cette conformité est réalisée. L'obligation pour les trafics d'être conformes à leur contrat protège ainsi le réseau contre l'arrivée de rafales de volume incontrôlé et permet de réserver dans le réseau les ressources qui lui sont nécessaires pour garantir la qualité de service demandée.

A partir des paramètres de trafic mentionnés ci-dessus, il a été proposé quatre définitions de contrat de trafic qui sont respectivement dénommées mode à débit de bits déterministe DBR (Deterministic Bit Rate), mode à débit de bits statistique SBR (Statistical Bit Rate), mode à transfert de blocs ATM ABT (ATM Block Transfer) et mode à débit de bits disponible ABR (Available Bit Rate). Une revue de ces quatre définitions est effectuée dans l'article de J. Mignault, A. Gravey and C. Rosenberg intitulé "A survey of straightforward multiplexing models for ATM networks" in ATM Expert RACE Symposium, 1995. Elles font également l'objet de la recommandation I.371 de l'ITU-T.

Dans le mode DBR, la source ou utilisateur déclare, au moment de la connexion, simplement le débit de cellules maximal PCR qu'il entend respecter pendant toute la durée de la communication. La réservation des ressources du réseau se fait alors sur la base de ce débit maximal tandis que les garanties de qualité QoS sont données en termes de délai et de débit de perte de cellules. Ce mode est

essentiellement destiné à des connexions à débit de bits constant (CBR, Constant Bit Rate).

Pour des connexions qui prennent en charge des services à débit de bits variable VBR (Variable Bit Rate), la source ou utilisateur
 5 peut déclarer, dans le mode dit SBR, un débit soutenu SCR (Sustainable Cell Rate) en plus du débit de crête PCR.

A partir des paramètres de trafic négociés lors du contrat, il est possible d'estimer une bande passante équivalente du trafic de la connexion concernée en fonction du débit des liens, des ressources
 10 disponibles dans le réseau et de la qualité de service requise. La réservation de ressources se fait donc dans le réseau sur la base de cette bande passante estimée.

Le mode ABT vise à protéger la qualité de service au niveau des trames plutôt qu'au niveau des cellules. Dans ce mode, la source
 15 négocie pour la durée de l'appel un débit-crête maximal PCR_{max} et utilise une négociation dans la bande. La réservation des ressources se fait alors sur la base de la plus petite des valeurs débit-crête PCR et débit-crête maximum PCR_{max} .

Quant au mode ABR, il est destiné aux sources de données.

20 La conformité d'une cellule au contrat de trafic passé par l'utilisateur est définie au moyen d'un algorithme tel que l'algorithme du "baquet troué" (LB, Leaky Bucket) ou, son équivalent, l'algorithme VS (Virtual Scheduling).

Dans le mode DBR, le trafic d'une connexion est conforme, selon
 25 ces algorithmes, tant que la longueur d'une file d'attente virtuelle nourrie par le trafic de la connexion considérée et vidée au débit-crête négocié PCR n'excède pas une longueur maximale L_{max} définie à partir de la tolérance de gigue déclarée to_{pcr} au moyen de la relation suivante:

30

$$L_{max} = PCR \times to_{pcr}.$$

Dans le mode SBR, la définition algorithmique du débit soutenu SCR est analogue à celle du débit-crête PCR, si ce n'est qu'il est associé à une plus grande tolérance de gigue to_{scr} .

Ces contrats de trafic sont généralement définis pour toute la durée de la communication, ce qui rend difficile l'utilisation optimale des ressources du réseau, surtout dans le cas de trafics sporadiques qui sont mal définis en terme de bande passante sur toute la durée d'une communication. Les paramètres de trafic sont donc en définitive difficiles à définir sur toute la durée d'une communication. Il en résulte que les réservations de ressources pour un débit-crête qui sont valables pour toute la durée de la communication provoquent inévitablement un gaspillage de ressources calculé en termes de bande passante.

Le but de l'invention est de prévoir la renégociation des paramètres des contrats de trafic dynamiquement au cours de la communication établie. Cette renégociation pose le problème, pour être efficacement réalisée, de la prédiction des besoins de la source pour la durée de validité du ou des contrats à venir. Dans un article paru dans Computer Communications, vol.18 du 8 août 1995 et intitulé "Traffic prediction and dynamic bandwidth allocation over ATM: a neural network approach", Moh and all décrivent l'utilisation de réseaux de neurones pour prédire la bande passante qui sera requise au moment de la renégociation et l'allocation de la bande passante prédite. Or, dans cet article, il n'est pas tenu compte du fait que la renégociation porte non pas sur la bande passante mais sur les paramètres de trafic évoqués ci-dessus.

Le but de l'invention est donc de prévoir la renégociation des paramètres des contrats de trafic dynamiquement au cours de la communication établie en tenant compte du fait que cette renégociation porte sur les paramètres de trafic.

Pour atteindre ces buts, un procédé de renégociation, en cours d'une communication sur un réseau ATM, des paramètres du contrat de trafic concernant ladite communication selon l'invention consiste:

a) à prédire, pour une période de temps prédéterminée entre deux renégociations successives, la longueur maximale qu'atteindrait une file virtuelle nourrie par le trafic de ladite communication pour au moins un débit de sortie donné de ladite file,

b) à déduire de ladite longueur maximale un ou de nouveaux paramètres du contrat de trafic, et

c) à renégocier avec le réseau sur la base dudit ou desdits paramètres de trafic pour ladite période de temps.

5 Selon une variante avantageuse, il consiste:

a) à prédire, pour une période de temps prédéterminée entre deux renégociations successives, l'ensemble des valeurs maximales de longueur qu'atteindrait une file virtuelle nourrie par le trafic de ladite communication pour un ensemble de valeurs constantes de débit
10 de sortie de ladite file,

b) à déduire desdites valeurs de longueur de file et desdites valeurs de débit correspondant, un ou de nouveaux paramètres du contrat de trafic, et

c) à renégocier avec le réseau sur la base dudit ou desdits
15 paramètres de trafic pour ladite période de temps.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ladite étape de déduction de l'étape b) de nouveaux paramètres de contrat de trafic est réalisée en fonction de valeurs déclarées de tolérances de gigue sur le trafic dans le contrat de trafic avec le réseau.

20 Ainsi, la renégociation de l'étape c) peut être effectuée dans un mode où le seul paramètre de contrat de trafic à renégocier est le débit-crête de cellules PCR. Pour la déduction de l'étape b), ledit débit-crête est alors déterminé à l'aide de la relation suivante:

$$L_{\max}(\text{PCR}) = t_{\text{OPCR}} \times \text{PCR}$$

25 dans laquelle t_{OPCR} représente la tolérance gigue dans ledit mode et $L_{\max}(\text{PCR})$ la valeur maximale prédite de la longueur de ladite file virtuelle pour la valeur du débit de sortie égale à PCR.

La renégociation de l'étape c) peut également être effectuée dans un mode où les paramètres de contrat de trafic sont, d'une part,
30 le débit-crête de cellules PCR et, d'autre part, le débit projeté de cellules SCR. Dans ce cas, pour la déduction de l'étape b), ledit débit-crête est déterminé à l'aide de la relation suivante:

$$L_{\max}(\text{PCR}) = t_{\text{PCR}} \times \text{PCR}$$

et ledit débit projeté à l'aide de la relation suivante:

$$L_{\max}(\text{SCR}) = t_{\text{SCR}} \times \text{SCR}$$

dans lesquelles t_{PCR} représente la tolérance gigue pour ledit débit
5 PCR dans ledit mode, t_{SCR} représente la tolérance gigue pour ledit
débit SCR dans ledit mode, $L_{\max}(\text{PCR})$ la valeur maximale prédite de
la longueur de ladite file virtuelle pour la valeur du débit de
sortie égale à PCR et $L_{\max}(\text{SCR})$ la valeur maximale prédite de la
10 longueur de ladite file virtuelle pour la valeur du débit de sortie
égale à SCR.

La renégociation de l'étape c) peut encore être effectuée dans
un mode où les paramètres de contrat de trafic comportent le débit-
crête PCR et le débit-crête maximal $\text{PCR}_{\max}$, la plus petite valeur
entre les deux valeurs desdits débits servant de base à ladite
15 renégociation.

Ladite étape a) de prédiction peut être mise en oeuvre à partir
de la valeur prise par la longueur de la file virtuelle au moment de
la renégociation, de la valeur prise par le débit en sortie de ladite
file dans la période qui précède le moment de la renégociation et
20 d'informations qui caractérisent le trafic dans au moins la période
qui précède le moment de la renégociation.

Ces informations caractérisant le trafic sont par exemple
obtenues en prenant en compte un nombre prédéterminé d'intervalles de
temps consécutifs précédant le moment de la renégociation et en
25 déterminant, à l'intérieur de chaque intervalle de temps, la valeur
prise par au moins une grandeur caractéristique du trafic, l'ensemble
desdites valeurs ainsi obtenues formant lesdites informations.

Dans une variante de réalisation, on considère la série
temporelle qui est formée par l'ensemble des valeurs prises par la ou
30 lesdites grandeurs caractéristiques du trafic dans lesdits
intervalles de temps et on détermine les premiers moments de ladite

série temporelle, lesdits moments formant alors lesdites informations caractérisant le trafic. Lesdits moments de ladite série temporelle qui sont utilisés sont par exemple la moyenne et la variance.

Ladite ou lesdites grandeurs caractéristiques du trafic peuvent
5 être ou peuvent comprendre le nombre de bits ou de cellules du trafic dans chaque intervalle de temps. Elles peuvent également être ou comprendre le temps d'arrivée entre deux cellules consécutives du trafic.

Pour l'étape de prédiction, on utilise avantageusement un réseau
10 de neurones qui comporte une cellule d'apprentissage destinée à lui fournir les poids de chacun de ses neurones après détermination desdits poids, ladite détermination étant effectuée sur une durée prédéterminée à partir du trafic de la connexion concernée.

Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi
15 que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels:

les Figs. 1a et 1b sont des schémas synoptiques illustrant des
modes différents de mise en oeuvre d'un procédé de renégociation
20 selon l'invention,

la Fig. 2 est une courbe montrant l'évolution en fonction du temps de la longueur d'une file nourrie par le trafic,

la Fig. 3 est une courbe illustrant la détermination des paramètres de trafic,

25 la Fig. 4 est un graphe montrant deux courbes respectivement obtenues par mise en oeuvre d'un procédé selon l'invention et d'un procédé avec "oracle", ces courbes étant obtenues pour une renégociation en mode DBR,

les Figs. 5a et 5b sont des courbes tracées dans des conditions
30 semblables à celles de la Fig. 4 mais pour une renégociation en mode SBR, et

la Fig. 6 est un tableau qui illustre l'intérêt de la renégociation en cours de communication.

On a représenté à la Fig. 1a un schéma synoptique illustrant le procédé de l'invention. Sur cette Fig. 1a, on peut voir une file d'attente virtuelle 10 correspondant à un algorithme de "baquet troué" ou Leaky Bucket qui est alimenté par le trafic Trc de la connexion en cours de traitement et dont le débit de sortie est R.

Dans un mode de réalisation de l'invention, la longueur de la file 10 n'est pas bornée supérieurement. Ainsi, aucune cellule n'est supprimée par débordement de cette file.

Dans la suite de la description, on appellera le temps t_0 le temps où a lieu chaque renégociation des paramètres de trafic et ce pour la période qui s'étend donc de t_0 à $t_0 + T$, où T est la période de temps entre deux renégociations successives. Cette période T est par exemple de dix secondes.

A l'instant t_0 de la renégociation, la file 10 délivre la valeur de la longueur de file $X(t_0)$ ainsi que la valeur du débit de sortie $R(t_0)$. La valeur $R(t_0)$ est la valeur du débit en sortie de la file 10 à l'instant t_0 mais avant que la renégociation ait eu lieu.

Les deux valeurs $X(t_0)$ et $R(t_0)$ sont fournies aux deux entrées correspondantes d'un prédicteur 20 dont une troisième entrée reçoit une information qui caractérise le trafic antérieurement à l'instant t_0 et qui est fournie par un élément 30. Pour pouvoir délivrer cette information, l'élément 30 reçoit sur son entrée le trafic Trc de la connexion en cours de traitement.

Selon un mode de réalisation de l'invention, pour réaliser la fonction de l'élément 30, on découpe temporellement chaque intervalle de temps $[t_0, t_0 + T]$ entre deux négociations successives, en plusieurs sous-intervalles de temps consécutifs égaux et on détermine, pour chacun desdits sous-intervalles de temps, la valeur prise par au moins une grandeur caractéristique du trafic Trc, comme par exemple le nombre de bits de ce trafic N , le temps d'arrivée t entre deux cellules, etc. Si on appelle G la valeur prise par cette grandeur ou cette association de grandeurs ($G = \{N, t, \dots\}$), on obtient ainsi une série temporelle S du trafic Trc qui est égale à

$\{G(1), G(2), \dots, G(i), \dots, G(n)\}$ où les indices $i = 1$ à n représente les numéros d'ordre des sous-intervalles de temps.

A titre d'exemple, on a découpé chaque intervalle de temps de 10 secondes en cent sous-intervalles de temps et on a considéré comme
 5 grandeur caractéristique du trafic, le nombre de bits dans chacun de ces sous-intervalles de temps.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, on fournit alors directement la série temporelle S au prédicteur 20.

Dans un seconde mode de réalisation, plutôt que de délivrer la
 10 série temporelle S , on délivre seulement les deux premiers moments de la série temporelle, à savoir la moyenne et la variance. Cette solution est avantageuse par rapport à la précédente car elle limite le nombre d'entrées du prédicteur 20, et donc sa complexité.

Dans d'autres modes de réalisation, on délivre en plus des deux
 15 premiers moments de la série temporelle S , les moments d'ordre supérieur.

La sortie du prédicteur 20 délivre un ensemble de valeurs prédites $L_{\max}(R)$ de la longueur maximale qu'atteindrait la file 10 si elle était vidée à différentes valeurs constantes de son débit de
 20 sortie R pendant la période $[t_0, t_0 + T]$ qui suit l'instant t_0 .

La Fig. 1c illustre un procédé selon l'invention semblable à celui qui est décrit en relation avec les Figs. 1a et 1b mais dont le prédicteur est un réseau de neurones 20', par exemple du type Perceptron multicouche, en particulier à trois couches: une couche
 25 d'entrée, une couche cachée et une couche de sortie reliées, de manière connue en soi, par des synapses. Ce réseau de neurones comporte trois entrées, une unique sortie et le nombre de neurones sur la couche cachée peut varier entre 5 et 10.

Pour son apprentissage, le réseau de neurones 20' comporte une
 30 cellule d'apprentissage 50 à trois entrées recevant respectivement le débit $R(t_0^-)$ à l'instant t_0^- , la longueur $X(t_0)$ de la file 10 à l'instant t_0 et une information qui caractérise le trafic antérieurement à l'instant t_0 et qui est fournie par un élément 60 identique à l'élément 30. Pour pouvoir délivrer cette information,

l'élément 60 reçoit sur son entrée le trafic Trc de la connexion en cours de traitement. Il comporte encore un élément de calcul 70 de la longueur maximale $L_{\max}$ (R) de la file 10 en fonction du débit R. Cet élément de calcul 70 est relié à la cellule d'apprentissage 50.

5 La cellule d'apprentissage 50 est par exemple mise en oeuvre dans un algorithme d'apprentissage par rétropropagation de l'erreur.

La cellule d'apprentissage 50 détermine, après réception des éléments qui lui sont fournis à ses entrées, à chaque instant t_0 et ce pendant une durée prédéterminée, les poids w_i de chaque neurone du réseau de neurones 20' et les déchargera dans le réseau 20' après
10 cette durée prédéterminée. Il s'agit là de l'opération d'apprentissage.

Cette opération de l'estimation des poids du réseau par apprentissage peut être très longue, le problème étant NP-complet.
15 Mais, on sait toutefois trouver des paramètres suboptimaux dans des temps polynomiaux.

On notera que l'opération d'apprentissage est menée sur le trafic Trc, mais pas en temps réel.

L'ensemble de valeurs prédites $L_{\max}$ (R) qui est délivré par le prédicteur 20 ou le réseau de neurones 20' est fourni à une unité de
20 détermination des paramètres de trafic 40 qui, en fonction des paramètres fixés au moment de l'établissement de la connexion que sont respectivement la tolérance de gigue déclarée to_{PCR} et la tolérance de gigue projetée to_{SCR} définissant la qualité de la connexion QoS, délivre les valeurs des paramètres qui feront l'objet
25 de la renégociation du contrat de trafic pour la période s'étendant de t_0 à $t_0 + T$. Ces paramètres de contrat sont respectivement le débit-crête PCR en mode à débit de bits déterministe DBR, et, en mode à débit de bits statistique SBR, le débit-crête PCR et le débit
30 projeté SCR. En mode à transfert de blocs ATM ABT, s'ajoute également le débit-crête maximum $PCR_{\max}$.

On notera que dans le mode ABT, la période de renégociation du paramètre de trafic PCR est plus courte que celle du paramètre $PCR_{\max}$. Par exemple, si la période est de dix secondes pour la

détermination du paramètre PCR_{max} , elle n'est que d'une seconde pour la détermination du paramètre PCR. On rappelle que la renégociation se fait sur la plus petite des deux valeurs, soit $\min(PCR, PCR_{max})$.

On va illustrer Figs. 2 et 3 l'étape du procédé de l'invention mis en oeuvre par l'unité 30.

A la Fig. 2, on voit la courbe représentative de la variation de la longueur X de la file 10 en fonction du temps. Jusqu'à l'instant t_0 de la renégociation, la courbe est en trait fort pour montrer que c'est la longueur telle qu'elle a été qui est représentée. Après l'instant t_0 , la courbe se subdivise en deux courbes pour deux débits en sortie de la file 10 prenant respectivement les valeurs constantes R1 et R2. Ces deux parties de courbe sont tracées en pointillés pour montrer qu'il s'agit de la longueur de la file telle qu'elle serait effectivement après le temps t_0 pour respectivement des débits de sortie R1 et R2. Ainsi, l'observateur est placé à l'instant t_0 . Le prédicteur 20 ou 20' quant à lui peut prédire pour chaque débit R les longueurs de file maximales $L_{max}(R)$. On a représenté les longueurs de file maximales $L_{max}(R1)$ et $L_{max}(R2)$ prédites.

Sur la Fig. 3, est représentée une courbe montrant la longueur de la file maximale $L_{max}(R)$ que devrait atteindre la file 10 pendant la période $t_0 + T$, et ce en fonction du débit R en sortie de la file 10. On a placé, à titre d'exemple, les points correspondant aux débits R1 et R2 de la Fig. 2.

Les valeurs du débit-crête PCR et du débit projeté SCR sont les valeurs respectivement prises par le débit à l'intersection de la courbe représentative de la fonction $L_{max}(R)$ avec, d'une part, la droite d'équation $L_{max} = R \times t_{0_{PCR}}$ et, d'autre part, la droite d'équation $L_{max} = R \times t_{0_{SCR}}$. Ainsi, la valeur du débit-crête PCR est la valeur de R qui vérifie la relation:

$$L_{max}(R) = R \times t_{0_{PCR}} \quad (1)$$

De même, la valeur du débit-crête SCR est la valeur de R qui vérifie la relation:

$$L_{\max}(R) = R \times t_{0_{\text{scr}}} \quad (2)$$

Comme on peut le constater, ces valeurs de PCR et SCR assurent au réseau que la connexion sera conforme au contrat de trafic puisque cette conformité est précisément définie par les relations (1) et (2) ci-dessus.

Ce qui suppose néanmoins que la prédiction soit correcte. On montrera dans la suite de la description qu'elle l'est effectivement.

On donne ci-dessous des résultats de simulation de renégociation de contrats de trafic qui mettent en oeuvre le procédé selon l'invention. Ces simulations ont été menées à partir d'une trace de trafic réel consistant en un enregistrement de deux heures du trafic TCP à la passerelle de Lawrence Berkeley Laboratory vers le réseau Internet. Cette trace a fait l'objet d'une étude publiée dans la revue Proc.Sigcomm'94, Computer Communication Review, 24 (1994) aux pages 257-268 dans un article intitulé "Wide area traffic: the failure of Poisson modelling" de V.Paxson and S. Floyd. Cette trace a été choisie pour la raison qu'elle est bien représentative du trafic auquel on doit s'attendre dans le cadre de l'interconnexion de réseaux locaux.

On a utilisé les paramètres de gigue, pour l'algorithme d'espacement virtuel suivants: $t_{0_{\text{PCR}}} = 0,1$ s et $t_{0_{\text{SCR}}} = 1$ s.

Dans le cas du mode à débit de bits déterministe DBR, le débit-crête de cellules PCR est prédit, à chaque temps t_0 , pour la prochaine période d'une durée de 10 s. Comme déjà mentionné, la réservation des ressources au moment de la renégociation est effectuée sur la base de ce débit-crête PCR. Dans la suite de la description, ce contrat renégocié sera appelé DBR-10s.

Dans le mode ABT, le débit-crête maximum $\text{PCR}_{\max}$ est prédit pour la prochaine période de 10 s alors que le débit-crête PCR est prédit toutes les secondes. La réservation est faite sur la base de la plus petite valeur entre PCR et de $\text{PCR}_{\max}$. On appellera ce contrat ABT-10s.

Dans le mode à débit de bits statistique SBR, le débit-crête PCR et le débit soutenu SCR sont prédits, à chaque temps t_0 , pour la prochaine période de 10 s. En considérant un taux de perte de cellules admissible CLR de 10^{-9} , une taille de la file B de 1 Mbit et
5 un débit de lien $R_{\max}$ de 155 Mbits/s, on déduit, par calcul, à partir des débits PCR et SCR, la bande équivalente et la réservation est faite sur la base de cette bande. On appellera ce contrat SBR-10s.

Dans la suite de la description, dans chacun des modes mentionnés ci-dessus, on compare les performances du procédé de
10 l'invention avec la prédiction effectuée par le prédicteur 20 ou 20' avec celles d'un "oracle" qui met en oeuvre le même procédé à l'exception de la détermination de la longueur $L_{\max}(R)$ qui n'est pas prédite mais obtenue à partir des données réelles des prochaines périodes qu'il a donc déjà reçues.

15 On a représenté à la Fig. 4 deux courbes, sur un même graphe, montrant respectivement les évolutions en fonction du temps des débits exprimés en Mégabits par seconde avec une renégociation en mode DBR effectuée, d'une part en trait fort, selon le procédé de l'invention avec prédiction à dix secondes et, d'autre part en
20 pointillés, avec "l'oracle" fonctionnant avec les données réelles. Cette courbe a été tracée dans une partie de la trace mentionnée ci-dessus qui est la plus sporadique.

Comme on peut le constater, les valeurs de débits atteintes et les dynamiques de courbes respectivement obtenues avec prédiction et
25 avec l'oracle sont, bien que différant ponctuellement, très proches. On peut donc conclure qu'il est possible de faire, à un horizon de 10 secondes, des prédictions suffisamment précises pour renégocier un contrat de type DBR.

On a représenté à la Fig. 5a deux courbes, l'une en trait fort et l'autre en pointillé, similaires aux deux courbes de la Fig. 4
30 mais pour une renégociation en mode SBR, et ce pour la même partie de la même trace. La Fig. 5b montre également les deux courbes correspondantes des évolutions de la longueur de la file virtuelle en fonction du temps respectivement avec prédiction et avec l'oracle.

On peut constater que le procédé avec prédiction obtient d'excellents résultats en ce qui concerne les valeurs moyennes mais que ces résultats sont un peu moins bons pour ce qui est des valeurs maximales prises. On remarquera cependant que les dynamiques des bandes équivalentes obtenues avec l'oracle et le prédicteur sont néanmoins très proches. On peut donc conclure qu'on peut effectivement faire à un horizon de 10 s des prédictions suffisamment précises pour renégocier un contrat dans le mode SBR.

La Fig. 6 montre un tableau répertoriant, d'une part, dans un mode dit DBR-10s et, d'autre part, dans un mode DBR sans renégociation, pour un débit moyen R_{mean} donné, la longueur maximale de la file nécessaire, inversement, pour une longueur moyenne L_{mean} donnée souhaitée, le débit moyen R_{mean} obtenu et, pour une longueur maximale L_{max} souhaitée, le débit moyen R_{mean} obtenu.

Ce tableau illustre l'intérêt qu'il y a à renégocier un contrat dans le cas de trafics sporadiques. On peut en effet constater que la renégociation permet d'économiser des ressources.

On notera que l'utilisation du procédé de l'invention n'est pas restreinte à l'interface utilisateur (en anglais User Network Interface UNI) mais peut se pratiquer à toutes les interfaces du réseau, comme par exemple l'interface entre réseau (NNI, Network Node Interface).

REVENDEICATIONS

1) Procédé de renégociation, en cours d'une communication sur un réseau ATM, des paramètres du contrat de trafic concernant ladite communication, caractérisé en ce qu'il consiste:

5 a) à prédire, pour une période de temps prédéterminée entre deux renégociations successives, la longueur maximale qu'atteindrait une file virtuelle nourrie par le trafic de ladite communication pour au moins un débit de sortie donné de ladite file,

b) à déduire de ladite longueur maximale un ou de nouveaux paramètres du contrat de trafic, et

10 c) à renégocier avec le réseau sur la base dudit ou desdits paramètres de trafic pour ladite période de temps.

2) Procédé de renégociation, en cours d'une communication sur un réseau ATM, des paramètres du contrat de trafic concernant ladite communication, caractérisé en ce qu'il consiste:

15 a) à prédire, pour une période de temps prédéterminée entre deux renégociations successives, l'ensemble des valeurs maximales de longueur qu'atteindrait une file virtuelle nourrie par le trafic de ladite communication pour un ensemble de valeurs constantes de débit de sortie de ladite file,

20 b) à déduire desdites valeurs de longueur de file et desdites valeurs de débit correspondant, un ou de nouveaux paramètres du contrat de trafic, et

c) à renégocier avec le réseau sur la base dudit ou desdits paramètres de trafic pour ladite période de temps.

25 3) Procédé de renégociation selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite étape de déduction de l'étape b) de nouveaux paramètres de contrat de trafic est réalisée en fonction de valeurs déclarées de tolérances de gigue sur le trafic dans le contrat de trafic avec le réseau.

30 4) Procédé de renégociation selon la revendication 3, caractérisé en ce que la renégociation de l'étape c) est effectuée dans un mode où le seul paramètre de contrat de trafic à renégocier

est le débit-crête de cellules PCR, et en ce que, pour la déduction de l'étape b), ledit débit-crête est déterminé à l'aide de la relation suivante:

$$L_{\max}(\text{PCR}) = to_{\text{PCR}} \times \text{PCR}$$

5 dans laquelle to_{PCR} représente la tolérance gigue dans ledit mode et $L_{\max}(\text{PCR})$ la valeur maximale prédite de la longueur de ladite file virtuelle pour la valeur du débit de sortie égale à PCR.

5) Procédé de renégociation selon la revendication 3, caractérisé en ce que la renégociation de l'étape c) est effectuée
10 dans un mode où les paramètres de contrat de trafic sont, d'une part, le débit-crête de cellules PCR et, d'autre part, le débit projeté de cellules SCR, en ce que, pour la déduction de l'étape b), ledit débit-crête est déterminé à l'aide de la relation suivante:

$$L_{\max}(\text{PCR}) = to_{\text{PCR}} \times \text{PCR}$$

15 et ledit débit projeté à l'aide de la relation suivante:

$$L_{\max}(\text{SCR}) = to_{\text{SCR}} \times \text{SCR}$$

dans lesquelles to_{PCR} représente la tolérance gigue pour ledit débit PCR dans ledit mode, to_{SCR} représente la tolérance gigue pour ledit débit SCR dans ledit mode, $L_{\max}(\text{PCR})$ la valeur maximale prédite de
20 la longueur de ladite file virtuelle pour la valeur du débit de sortie égale à PCR et $L_{\max}(\text{SCR})$ la valeur maximale prédite de la longueur de ladite file virtuelle pour la valeur du débit de sortie égale à SCR.

6) Procédé de renégociation selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que la renégociation de l'étape c) est effectuée
25 dans un mode où les paramètres de contrat de trafic comportent le débit-crête PCR et le débit-crête maximal $\text{PCR}_{\max}$, la plus petite valeur entre les deux valeurs desdits débits servant de base à ladite renégociation.

7) Procédé de renégociation selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite étape a) de prédiction est réalisée à partir de la valeur prise par la longueur de la file virtuelle au moment de la renégociation, de la valeur prise par le
5 débit en sortie de la file dans la période qui précède le moment de la renégociation et d'informations caractérisant le trafic dans au moins la période qui précède le moment de la renégociation.

8) Procédé de renégociation selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites informations caractérisant le trafic
10 sont obtenues en prenant en compte un nombre prédéterminé d'intervalles de temps consécutifs précédant le moment de la renégociation et en déterminant, à l'intérieur de chaque intervalle de temps, la valeur prise par au moins une grandeur caractéristique du trafic, l'ensemble desdites valeurs ainsi obtenues formant
15 lesdites informations.

9) Procédé de renégociation selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites informations caractérisant le trafic sont obtenues en prenant en compte un nombre prédéterminé d'intervalles de temps consécutifs précédant le moment de la
20 renégociation, en déterminant, à l'intérieur de chaque intervalle de temps, la valeur prise par au moins une grandeur caractéristique du trafic, l'ensemble des valeurs ainsi obtenues formant une série temporelle, et en déterminant les premiers moments de ladite série temporelle qui forment alors lesdites informations.

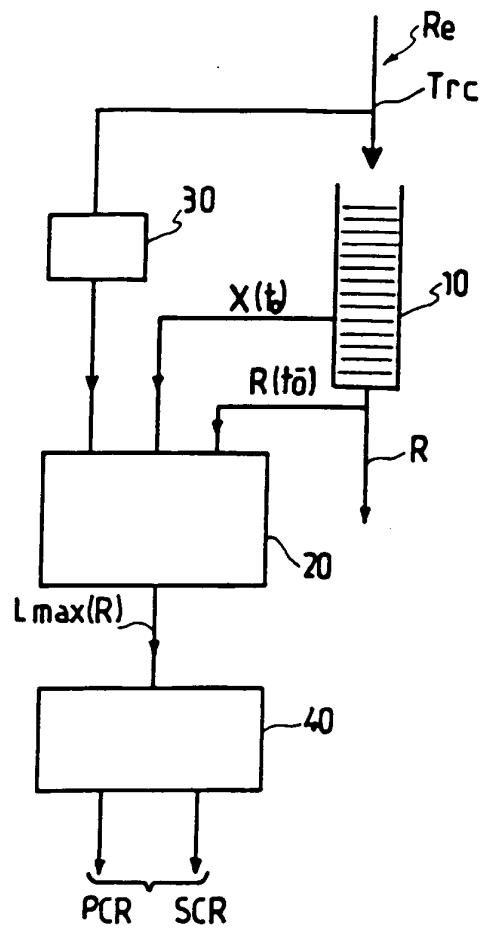
25 10) Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits moments de ladite série temporelle qui sont utilisés sont la moyenne et la variance.

11) Procédé de renégociation selon la revendication 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que ladite ou lesdites grandeurs caractéristiques
30 du trafic est ou comprend le nombre de bits ou de cellules du trafic dans chaque intervalle de temps.

12) Procédé de renégociation selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que ladite ou lesdites grandeurs caractéristiques

du trafic est ou comprend le temps d'arrivée entre deux cellules consécutives du trafic.

- 13) Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on utilise, pour l'étape de prédiction, un
- 5 réseau de neurones, ledit réseau de neurones comportant une cellule d'apprentissage destinée à lui fournir les poids de chacun de ses neurones après détermination desdits poids, ladite détermination étant effectuée sur une durée prédéterminée à partir du trafic de la connexion concernée.

FIG. 1a

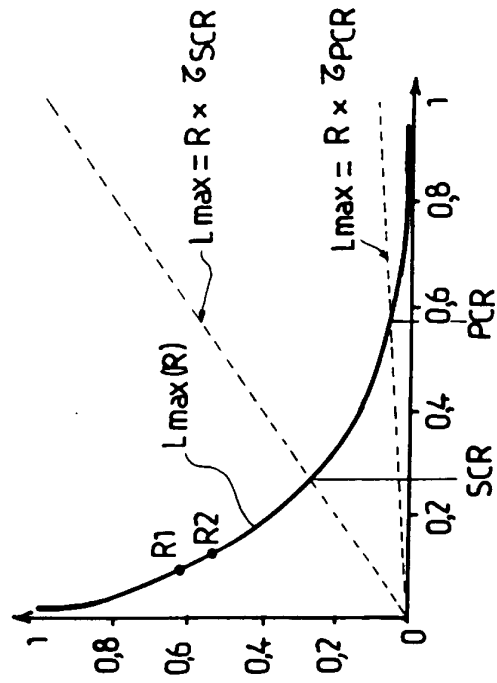


FIG. 3

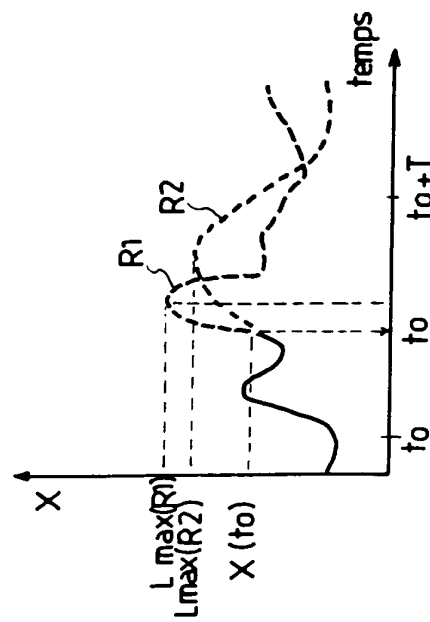
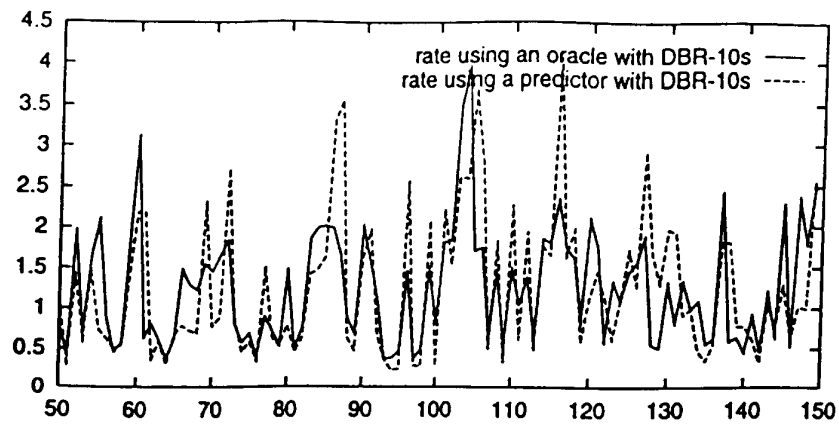
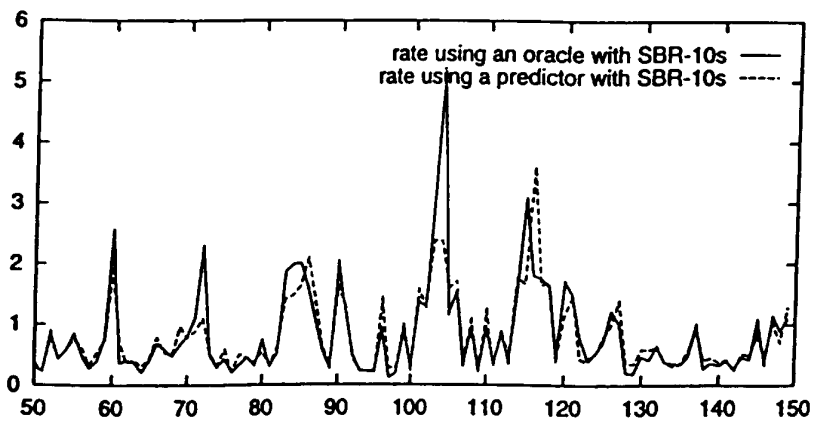
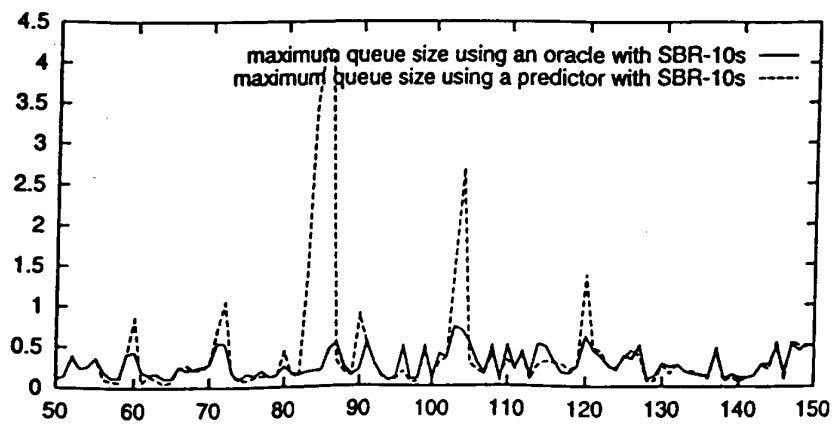


FIG. 2

PL 4/5

FIG. 4FIG. 5aFIG. 5b

pour obtenir	Ressources nécessaires...	
	avec DBR-10s	avec DBR sans renégociation
$R_{mean} = 0.9 \text{ Mb/s}$	$L_{max} = 0.4 \text{ Mb}$	$L_{max} = 23.1 \text{ Mb}$
$L_{mean} = 0.09 \text{ Mb}$	$R_{mean} = 0.9 \text{ Mb/s}$	$R_{mean} = 5.5 \text{ Mb/s}$
$L_{max} = 0.4 \text{ Mb}$	$R_{mean} = 0.9 \text{ Mb/s}$	$R_{mean} = 3.7 \text{ Mb/s}$

FIG. 6

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2745455

N° d'enregistrement
nationalFA 526094
FR 9602519

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	COMPUTER NETWORKS AND ISDN SYSTEMS, vol. 24, no. 4, 15 Mai 1992, pages 321-334, XP000264212 BOYER P E ET AL: "A RESERVATION PRINCIPLE WITH APPLICATIONS TO THE ATM TRAFFIC CONTROL"	1,2
A	* paragraphe 2.1 * ---	3-6
Y	EP-A-0 522 391 (NIPPON ELECTRIC CO) 13 Janvier 1993	1,2
A	* revendications * ---	7-12
A	INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, INCLUDING SUPERCOMM TECHNICAL SESSIONS. ATLANTA, APR. 15 - 19, 1990, vol. 2 OF 4, 15 Avril 1990, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 439-442, XP000169724 WEILIN WANG ET AL: "BANDWIDTH ALLOCATION FOR ATM NETWORKS" * paragraphe 3 *	1-12
A	IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, vol. 33, no. 10, 1 Octobre 1995, pages 50-56, XP000545273 NEVERS J E: "NEURAL NETWORKS IN B-ISDN FLOW CONTROL: ATM TRAFFIC PREDICTION OR NETWORK MODELING" * le document en entier * -----	13
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
18 Décembre 1996		Perez Perez, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		