



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

E.731

(10/92)

**SERVICE TÉLÉPHONIQUE ET RNIS
QUALITÉ DE SERVICE, GESTION
DU RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC**

**MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT DES
RESSOURCES EXPLOITÉES EN MODE
COMMUTATION DE CIRCUITS**



Recommandation E.731

AVANT-PROPOS

Le CCITT (Comité consultatif international télégraphique et téléphonique) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée plénière du CCITT, qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude et approuve les Recommandations rédigées par ses Commissions d'études. Entre les Assemblées plénières, l'approbation des Recommandations par les membres du CCITT s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 2 du CCITT (Melbourne, 1988).

La Recommandation E.731, élaborée par la Commission d'études II, a été approuvée le 30 octobre 1992 selon la procédure définie dans la Résolution n° 2.

REMARQUES

- 1) Dans cette Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation privée reconnue.
- 2) La liste des abréviations utilisées dans cette Recommandation se trouve dans l'annexe A.

© UIT 1993

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

**MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES EXPLOITÉES EN MODE
COMMUTATION DE CIRCUITS**

(1992)

1 Introduction

La présente Recommandation décrit les méthodes de dimensionnement des ressources exploitées en mode commutation de circuits dans le RNIS.

Elle propose l'utilisation de méthodes traditionnelles de dimensionnement du réseau téléphonique complétée de techniques spécifiques pour les éléments du RNIS qui diffèrent sensiblement des modèles traditionnels du trafic téléphonique. La présente Recommandation décrit les techniques à utiliser pour les éléments suivants:

- connexions sur intervalles multiples;
- méthodes de protection du service;
- négociation des attributs;
- réservation du service;
- connexions multipoint.

2 Evolution des méthodes de dimensionnement des réseaux

2.1 Modélisation du trafic téléphonique

Toutes les méthodes de dimensionnement des réseaux téléphoniques reposent sur des modèles mathématiques qui donnent une représentation approximative du comportement statistique du trafic téléphonique dans les populations importantes. Ces modèles permettent de caractériser directement la demande de trafic et de dimensionner le réseau sur la base d'hypothèses simplifiées concernant:

- l'état stationnaire du trafic pendant la période de référence;
- les délais séparant les arrivées de tentatives d'appel;
- les temps de maintien des appels;
- le traitement des tentatives d'appel bloquées ou retardées;
- la dépendance entre, d'une part, les tentatives d'appel et les temps de maintien et, d'autre part, l'état du réseau et les autres tentatives d'appel.

Par exemple, dans la formule la plus communément utilisée (dite de la «perte de trafics en Erlang»), on formule les hypothèses suivantes:

- trafic stationnaire pendant la période de référence;
- distribution de Poisson des arrivées de tentatives d'appel;
- répartition générale des temps de maintien des appels;
- libération des appels bloqués;
- indépendance des tentatives d'appel et des temps de maintien par rapport à l'état du réseau et aux autres tentatives d'appel.

Les hypothèses ne correspondent pas effectivement à autant de descriptions de comportement individuel des demandeurs, mais permettent de dégager des tendances statistiques qui, l'expérience le prouve, correspondent d'assez près aux agrégats de trafic dans un réseau réel.

L'histoire du dimensionnement des réseaux téléphoniques peut être ramenée, pour l'essentiel, au prolongement d'un petit nombre de modèles de trafic de base utilisés pour une gamme croissante d'applications: citons par exemple l'élaboration de techniques consistant à remplacer les situations ne correspondant pas entièrement aux modèles de base par des situations «équivalentes» qui permettent une utilisation ininterrompue des dites techniques.

Les Recommandations de la série E.520 décrivent certaines méthodes de dimensionnement des réseaux téléphoniques fondées sur les principes traditionnels de modélisation du trafic.

2.2 Effets des configurations RNIS à commutation de circuits

Les réseaux téléphoniques publics commutés (RTPC) évolueront vers des RNIS à bande étroite et la structure de base des réseaux à commutation de circuits sera identique à celle des RTPC.

Toutefois, bon nombre de RNIS offriront des services à commutation de circuits dont le mode de fonctionnement ne correspondra pas aux hypothèses de base des modèles traditionnels du trafic téléphonique. Par exemple, les services à intervalles multiples nécessitent différentes quantités de ressources réseau pour différentes tentatives d'appel, aspect qui n'entre pas en ligne de compte dans les modèles traditionnels.

Les techniques appliquées dans le cadre du RNIS pourront également donner naissance à de nouvelles tendances du trafic. Par exemple, l'exploitation des terminaux à répétition automatique combinée à la rapidité de la signalisation sur le réseau pourra se traduire par des séquences de tentatives d'appel corrélées en rapide succession qu'il ne sera pas possible de représenter avec les hypothèses d'indépendance adoptées dans les modèles traditionnels du trafic téléphonique.

2.3 Evolution du dimensionnement du RNIS

Le RNIS correspond en fait à un concept de vaste portée, très riche de possibilités. Bon nombre des services et caractéristiques déjà identifiés ne se concrétiseront peut-être jamais en quantité appréciable et il se pourrait très bien que l'évolution future soit dominée par de nouveaux services et de nouvelles caractéristiques non encore conceptualisés. Dans cette situation, il faut se garder d'adopter de nouveaux modèles de trafic avant d'avoir, par le jeu de l'expérience, la certitude que le comportement du système est suffisamment bien représenté.

La présente Recommandation décrit des techniques spécifiques de dimensionnement qu'il conviendra d'utiliser pour les services et caractéristiques qui diffèrent sensiblement des modèles traditionnels du trafic téléphonique et qui, vraisemblablement, auront une certaine incidence sur les besoins en ressources dans au moins une partie des RNIS. Les décisions à prendre quant à la date et aux lieux d'application de ces techniques dans des structures RNIS évolutives constitueront un défi majeur pour les spécialistes en ingénierie du trafic des Administrations.

3 Connexions sur intervalles multiples

3.1 Faisceaux de circuits complètement divisés

Considérons un faisceau de circuits desservant M éléments de trafic indépendants, dont les caractéristiques de débit d'arrivée, de temps de maintien et de largeur de bande (ou encore de circuit ou débit) diffèrent. Chaque élément m fait intervenir les circuits d_m . La méthode directe permettant d'obtenir une qualité de service donnée dans le cas d'éléments de trafic différents consiste à diviser le faisceau de circuits en M parties, chacune ayant une capacité réservée à l'élément de trafic correspondant.

La capacité de faisceau requise pour chaque élément de trafic doit être déterminée si l'on veut parvenir à l'objectif de qualité d'écoulement du trafic (GOS) (*grade of service*) fixé. Les méthodes de dimensionnement normalisées, décrites dans les Recommandations de la série E.520, permettent de calculer la capacité requise. Les calculs reposent sur le trafic défini de la manière suivante, à savoir $A'_m = \lambda_m \cdot h_m$, λ_m étant la fréquence d'arrivée des appels et h_m le temps de maintien (voir le § 3.5 de la Recommandation E.712), la largeur de bande nécessaire d_m n'étant donc pas prise en compte. En conséquence, la capacité de circuit requise C_m pour l'élément de trafic m peut être formulée comme suit:

$$C_m = N_m \cdot d_m$$

où N_m est la valeur calculée avec les méthodes des Recommandations de la série E.520.

La capacité de circuit totale C est la somme des capacités réservées à chaque élément de trafic:

$$C = \sum_{m=1}^M C_m$$

3.2 *Faisceaux de circuits partagés*

Considérons un faisceau de circuits pouvant acheminer M éléments de trafic indépendants. On pose en hypothèses qu'un partage intégral de la capacité de ce faisceau est possible. Lorsqu'il n'y a pas de trafic de débordement, les probabilités d'état s'expriment sous forme de produit [1]. Pour calculer la capacité totale minimale correspondant à des objectifs de qualité d'écoulement du trafic déterminés pour les différents éléments de trafic, on peut calculer la probabilité de blocage de chaque élément à partir des probabilités d'état. La capacité totale du faisceau doit être établie selon les méthodes décrites dans la Recommandation E.526 et dans les références [1], [2], [3], [4], [5] et [6].

Il convient de noter que les économies de capacité autorisées par le partage des ressources dépendent du nombre des éléments de trafic, des débits correspondants, de l'intensité du trafic et des critères de qualité d'écoulement du trafic (GOS). En conséquence, un faisceau de circuits complètement divisé du type décrit au § 3.1 pourra comporter moins de circuits qu'un faisceau utilisé en partage lorsque les éléments de trafic (à débits différents) sont régis par des caractéristiques de qualité d'écoulement du trafic (GOS) sensiblement différentes d'un élément à l'autre.

3.3 *Restrictions concernant le choix des trajets*

Lorsqu'il est nécessaire que tous les intervalles d'une communication sur intervalles multiples appartiennent au même élément de faisceau, dans le cas par exemple d'un multiplexage à débit primaire commun, on appliquera les méthodes de calcul des valeurs de blocage dans le cas d'un trafic sans débordement exposées sous les références [2], [4], [7] et [8].

Dans certains systèmes, les communications sur intervalles multiples doivent se faire sur des intervalles adjacents déterminés. Le choix du trajet étant ainsi restreint, les calculs précis de valeur de blocage et de dimensionnement dépendent de la configuration considérée et appellent un complément d'étude.

4 **Méthodes de protection du service**

4.1 *Méthodes disponibles*

Il est évident que dans un faisceau de circuits à disponibilité totale, la qualité d'écoulement du trafic (GOS) tend à être meilleure lorsque la valeur de débit est faible [9]. Pour améliorer la caractéristique de blocage aux valeurs de trafic plus élevées et plus généralement pour gérer cette caractéristique dans tous les éléments de trafic, on peut appliquer des méthodes de protection du service. Les méthodes de protection du service suivantes conviennent au RNIS et reposent sur les parties correspondantes de la Recommandation E.525:

- mise en réserve des circuits (méthode également dite de la limitation de somme), ici, l'accès à chaque élément de trafic n'est pas autorisé lorsque le nombre global de circuits occupés est supérieur à la valeur seuil prédéterminée;
- circuits virtuels (ou encore limitation de classe), dans ce cas, le nombre de circuits occupés par chaque élément de trafic ne peut pas dépasser une limite prédéterminée.

4.2 *Evaluation et dimensionnement*

4.2.1 *Mise en réserve des circuits*

Dans le cas d'une protection du service par mise en réserve des circuits, la capacité totale du faisceau de circuits et les paramètres de mise en réserve sont définis en fonction des objectifs de qualité d'écoulement du trafic (GOS) fixés. Lorsqu'il n'y a pas de débordement, on peut appliquer des algorithmes de calcul du blocage efficaces et appliquer une méthode d'optimisation des valeurs des paramètres de mise en réserve [3], [4], [10], [11] et [12].

Lorsque les faisceaux de circuits considérés acheminent un trafic de débordement, les algorithmes de calcul des valeurs de blocage correspondant à chaque élément de trafic sont calculés selon [6]. Les méthodes de calcul des paramètres optimaux de mise en réserve appellent un complément d'étude.

4.2.2 *Circuits virtuels*

Dans le cas d'une protection du service par circuits virtuels, les probabilités d'état sont ici encore exprimées sous forme de produit, lorsque les processus d'arrivée sont des processus de Poisson indépendants. Les méthodes de calcul de la capacité minimale totale du faisceau permettant de respecter les critères de qualité d'écoulement du trafic (GOS) et les paramètres optimaux de circuit virtuel doivent être définis dans le cas d'un trafic sans débordement [13]. Le cas d'un faisceau de circuits acheminant un trafic de débordement appelle un complément d'étude.

4.3 *Caractéristiques de fonctionnement*

Un complément d'étude permettra de recommander des caractéristiques détaillées de fonctionnement applicables aux méthodes de protection du service dans le cas du trafic acheminé par le RNIS.

5 **Négociation des attributs**

Le RNIS permet à l'utilisateur de négocier des attributs du service avec le fournisseur du service ou le fournisseur de réseau. Certaines Administrations voudront peut-être introduire ce service complémentaire; la présente section décrit les moyens d'évaluer l'incidence des négociations sur la qualité d'écoulement du trafic, ainsi que les moyens de revoir le dimensionnement, au cas où cette incidence serait importante. Seule la négociation des caractéristiques de connexion d'une demande d'appel, c'est-à-dire des attributs de service significatifs du point de vue du trafic, selon les définitions et la liste du § 2.2 de la Recommandation E.711, sera considérée ici.

Lorsque le réseau ne peut pas accepter le service sous la forme demandée par l'utilisateur, il peut y avoir négociation donnant lieu à une connexion dont les caractéristiques diffèrent des caractéristiques demandées initialement. Ainsi, la négociation permet d'assurer une communication qui, sans elle, serait bloquée. En conséquence, la négociation se traduit par une augmentation du trafic acheminé par le réseau et en conséquence par un accroissement des probabilités de blocage de tous les appels.

Le présent paragraphe traite de l'incidence de la négociation pour les services à la demande, les services réservés étant considérés au § 6.

Les valeurs de certaines caractéristiques de la connexion – par exemple, capacité de transfert de l'information – peuvent avoir une incidence sur le choix du faisceau de circuits qui sera utilisé par la communication, comme indiqué au § 3.2 de la Recommandation E.712. Par ailleurs, la valeur des autres caractéristiques de la connexion – par exemple, le débit de transfert de l'information – n'aura d'incidence que sur le nombre de circuits requis dans un faisceau donné.

5.1 *Caractéristiques de connexion ayant une incidence sur le choix du faisceau de circuits*

Lorsqu'une communication ne peut pas être assurée par le faisceau de circuits demandé selon les caractéristiques de connexion requises par l'utilisateur, le réseau peut proposer une tentative d'acheminement par un autre faisceau, pour autant que l'utilisateur accepte la modification des caractéristiques de connexion qui en sera le corollaire. Ainsi, le réseau peut fonctionner selon un programme de débordement, c'est-à-dire avec un faisceau de premier choix et des faisceaux de choix secondaire pour chaque ensemble de caractéristiques de connexion demandées. La probabilité d'acceptation par l'utilisateur des modifications des caractéristiques de connexion impliquées par le débordement sur d'autres faisceaux (ou, en revanche, de refus de toute communication ne pouvant pas être acheminée par le faisceau initialement choisi) doit être prise en compte dans l'évaluation. Lorsque ce type de probabilité n'est pas connu, on pourra, par prudence, lui donner une valeur égale à 1. L'évaluation de l'incidence sur les probabilités de blocage et, s'il y a lieu, la révision du dimensionnement se feront selon les méthodes décrites dans les Recommandations de la série E.520.

5.2 *Caractéristiques de connexion ayant une incidence sur le nombre de circuits requis*

Le § 3.3 de la Recommandation E.712 fait apparaître que le nombre de circuits requis pour une communication dépend du débit de transfert de l'information et de la configuration de la communication (point à point ou multipoint). Nous considérerons ici la négociation du débit de transfert, la négociation de la configuration faisant l'objet du § 7.

Considérons un faisceau de C circuits acheminant M éléments de trafic indépendants, chaque élément étant caractérisé par une fréquence d'arrivée λ_m , un temps de maintien h_m et un nombre de circuits requis par communication d_m . La capacité du faisceau de circuits peut être intégralement partagée (la subdivision complète du faisceau en faisceaux secondaires, chaque faisceau secondaire étant asservi à un élément de trafic, fait l'objet du § 5.1).

Lorsqu'il n'y a ni trafic de débordement ni négociation, les probabilités d'état s'expriment sous forme de produit [1] et peuvent être évaluées au moyen de la formule récurrente:

$$Q(n) = \sum_{m=1}^M \frac{\lambda_m \cdot h_m \cdot d_m}{n} \cdot Q(n - d_m)$$

où $Q(n)$ est la probabilité que n circuits soient occupés.

La probabilité de blocage des éléments m , B_m , est donnée par la formule suivante:

$$B_m = \sum_{n=C-d_m+1}^C Q(n)$$

Considérons maintenant qu'il y a négociation. En présence d'une demande d'acheminement de l'élément m et lorsque l'on ne dispose que de k circuits libres, avec $k < d_m$, le réseau propose d'acheminer la communication avec seulement k circuits. Appelons $\pi_{m,k}$ la probabilité d'acceptation de cette tentative par l'utilisateur (lorsque $\pi_{m,k}$ n'est pas connu, on prendra la valeur 1 comme approximation prudente). Les probabilités d'état $Q'(n)$ correspondant à ce type de négociation peuvent être estimées à partir des probabilités sans négociation, soit $Q(n)$, selon l'approximation suivante:

$$Q'(n) = \frac{Q(n)}{1 + EB} \quad \text{pour } n < C$$

$$Q'(C) = \frac{Q(C) + EB}{1 + EB}$$

avec:

$$EB = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^{d_m-1} \frac{\lambda_m \cdot h_m \cdot k \cdot \pi_{m,k}}{n} \cdot Q(n - k)$$

Lorsque le passage du nombre de circuits demandés d_m au nombre de circuits disponibles k a une incidence sur le temps de maintien de l'appel, c'est-à-dire lorsque h_m est remplacé par $h'_{m,k}$, il faut naturellement remplacer h_m par $h'_{m,k}$ dans la formule précédente.

B'_m , probabilité d'impossibilité d'obtention du nombre de circuits demandés d_m pour l'élément m proposé s'écrit comme suit:

$$B'_m = \sum_{n=C-d_m+1}^C Q'(n)$$

Notons que B'_m est supérieur à B_m ; la négociation accroît donc la probabilité d'acheminement de l'appel (avec une largeur de bande égale ou inférieure à la largeur de bande demandée) mais réduit la probabilité d'un acheminement avec la largeur de bande demandée au départ. Du point de vue des usagers ou des services qui ne peuvent tirer parti de la négociation (ne pouvant accepter une réduction de la largeur de bande), la probabilité de blocage a augmenté sans compensation. En principe, cette augmentation devrait être évitée, mais selon l'augmentation obtenue dans chaque cas, l'Administration décide de l'opportunité de revoir le dimensionnement.

6 Réserveion du service

Certains services (vidéoconférence, communication de données, etc.) peuvent être assurés, exclusivement ou non, sur réservation: l'utilisateur retient les ressources de réseau nécessaires pour la communication qu'il envisage à l'occasion d'un dialogue préliminaire avec un centre de réservation. L'utilisateur et le fournisseur de réseaux ont plusieurs raisons d'utiliser des services de télécommunication fournis sur réservation préalable. Les utilisateurs ont la garantie que les communications prévues seront assurées, tandis que les fournisseurs de réseau peuvent plus facilement proposer des services à débit élevé ($6, 24, 30 \times 64$ kbit/s) qui, dans de nombreux cas, ne pourraient pas être assurés à la demande.

La demande de l'utilisateur est caractérisée par les paramètres suivants [3]:

- début (T) et durée (D) de la période réservée;
- largeur de bande requise (d).

Lorsque le système ne peut pas accepter la réservation demandée, la valeur des paramètres peut être modifiée dans le cadre d'une négociation.

Les ressources requises peuvent être strictement affectées aux services fournis sur réservation ou partagés avec les services à la demande.

6.1 Ressources strictement affectées, sans négociation

Le délai de préavis, durée qui s'écoule entre la demande de réservation et le début de la communication souhaitée, est une caractéristique essentielle de la réservation. A ce jour, les Recommandations de la série E.720 ne fournissent aucune spécification quant aux caractéristiques de qualité d'écoulement du trafic (GOS) des services fournis sur réservation. On peut supposer que les spécifications pertinentes seront définies en fonction des paramètres B et $R(\tau)$ ou $R'(\tau)$ suivants:

B probabilité de blocage d'une communication dont la réservation a été acceptée;

$R(\tau)$ probabilité de rejet d'une demande de réservation avec un préavis égal à τ ;

$R'(\tau)$ probabilité de rejet d'une demande de réservation avec un préavis supérieur ou égal à τ .

Dans le cas des ressources strictement affectées aux services avec réservation, B est égale à zéro.

Les études effectuées sur l'incidence de la durée de préavis ont permis de conclure [14] que le fonctionnement du système est indépendant de la moyenne de la durée de préavis (calculée pour la totalité de la population de demandes). Si l'on considère par exemple deux distributions d'intervalles de préavis $G_1(x)$ et $G_2(x)$ telles que $G_1(x) = G_2(x - c)$, c étant constant, les probabilités de rejet des réservations $R_1(\tau)$ et $R_2(\tau)$ sont telles que $R_1(\tau) = R_2(\tau - c)$.

Toutefois, le fonctionnement du système dépend de la variance de l'intervalle de préavis. Lorsque l'intervalle de préavis est constant, le système se comporte à la manière des services fournis à la demande. On devra alors utiliser les méthodes de dimensionnement correspondant à ce type de service. Les probabilités de blocage obtenues avec les modèles de service à la demande seront interprétées comme des probabilités de rejet de la réservation $R(c)$, c étant la valeur constante de l'intervalle de préavis.

Lorsque la variance de l'intervalle de préavis n'est pas nulle, la communication peut être bloquée par des appels (précédemment réservés) postérieurs au début demandé. Ce phénomène de «rétro blocage» [14] est d'autant plus important que la dispersion des intervalles de préavis est grande. On ne dispose d'aucun modèle tenant compte de cet effet de rétro blocage. A titre de première approximation, on peut le négliger s'il ne s'agit d'évaluer que la probabilité de rejet globale $R'(0)$, indépendante de l'intervalle de préavis. Avec ce type d'approximation, on peut utiliser les méthodes de dimensionnement correspondant aux services fournis à la demande. Les probabilités de blocage obtenues selon ces méthodes seront interprétées comme des probabilités de rejet de réservation globales.

Cette approximation permettra aussi d'évaluer $R'(\tau)$, la probabilité de rejet de réservation des services demandés avec un intervalle de préavis supérieur ou égal à τ . Cette évaluation peut se faire selon les mêmes méthodes, si l'on considère seulement le trafic correspondant aux demandes de réservation formulées avant l'instant $T - \tau$.

Comme ces approximations négligent l'effet de rétro blocage, la valeur de probabilité de rejet qu'elles permettent d'obtenir est indépendante de la durée réservée D . Cette valeur sous-estime la probabilité de rejet des communications de longue durée et surestime la probabilité de rejet des communications dans lesquelles D est petit. Un complément d'étude permettra de quantifier ces effets.

6.2 *Ressources partagées avec les services fournis à la demande (sans négociation)*

Les probabilités de rejet des réservations $R(\tau)$ ou $R'(\tau)$ définies au § 6.1 pour les services fournis sur réservation ne sont pas affectées par le partage des ressources avec les services fournis à la demande. Toutefois, il résulte de ce partage que B , la probabilité de blocage d'un appel précédemment réservé, n'est pas nul. En effet, la durée des appels fournis à la demande n'est pas préalablement connue par le réseau et un appel à la demande accepté un certain temps avant l'heure de début demandé, T , d'une communication réservée peut ne pas être terminée à l'instant T . Un complément d'étude permettra d'évaluer la longueur de la période précédant l'instant T pendant laquelle il ne faut pas accepter d'appel à la demande si l'on veut que la probabilité de blocage B des appels réservés soit faible.

La référence [15] expose un modèle d'évaluation de la qualité GOS assurée pour les appels à la demande dans le cas d'un partage des ressources. Le modèle suppose que le trafic réservé correspond à des communications acheminées sur d intervalles réservés pour l'ensemble d'une heure de pointe. Les appels à la demande ne requièrent qu'un seul intervalle. L'analyse montre que la qualité GOS assurée pour les communications à la demande n'est pas la même que dans le cas de ressources strictement affectées à ce type de service puisque les probabilités de blocage attendues varient fortement d'une heure de pointe à l'autre (en fonction de la quantité de ressources qui ont été réservées pour chaque heure de pointe). On observe aussi que la capacité du système, c'est-à-dire la charge de dimensionnement supposant une certaine qualité GOS pour les appels à la demande, diminue lorsque le pourcentage d'appels réservés augmente surtout lorsque d a une valeur élevée. Ces deux constatations permettent de conclure qu'il n'est pas opportun de s'abstenir de restreindre le dosage relatif du trafic réservé et du trafic à la demande. On recommandera plutôt une méthode de protection du service garantissant un nombre minimal de ressources pour les services à la demande, c'est-à-dire une certaine qualité GOS pendant l'heure de plus fort trafic.

6.3 *Négociation des paramètres*

La possibilité de négocier les paramètres caractéristiques d'une demande d'utilisateur est en général inhérente au processus de réservation. Les paramètres en question sont l'heure de début de la communication T , la durée D et la largeur de bande requise d . Un complément d'étude permettra d'élaborer un modèle général tenant compte d'une négociation simultanée de ces trois paramètres.

Les effets de la négociation de la largeur de bande pourront être évalués par une combinaison des méthodes exposées aux § 5.2 et 6.1.

Les effets de la négociation de l'heure de début de la communication peuvent être modélisés lorsque la négociation ne porte que sur la possibilité de différer le début de la période réservée. Lorsque l'on ne dispose pas des ressources nécessaires pour la période initialement demandée ($T, T + D$), le début de la communication est repoussé à l'instant T' le plus proche pendant lequel les ressources seraient disponibles dans l'intervalle ($T', T' + D$). La probabilité d'acceptation de ce report par l'utilisateur peut être modélisée au moyen d'un intervalle de souplesse ($T, T + f$), ensemble des heures de début de la communication acceptées par l'utilisateur.

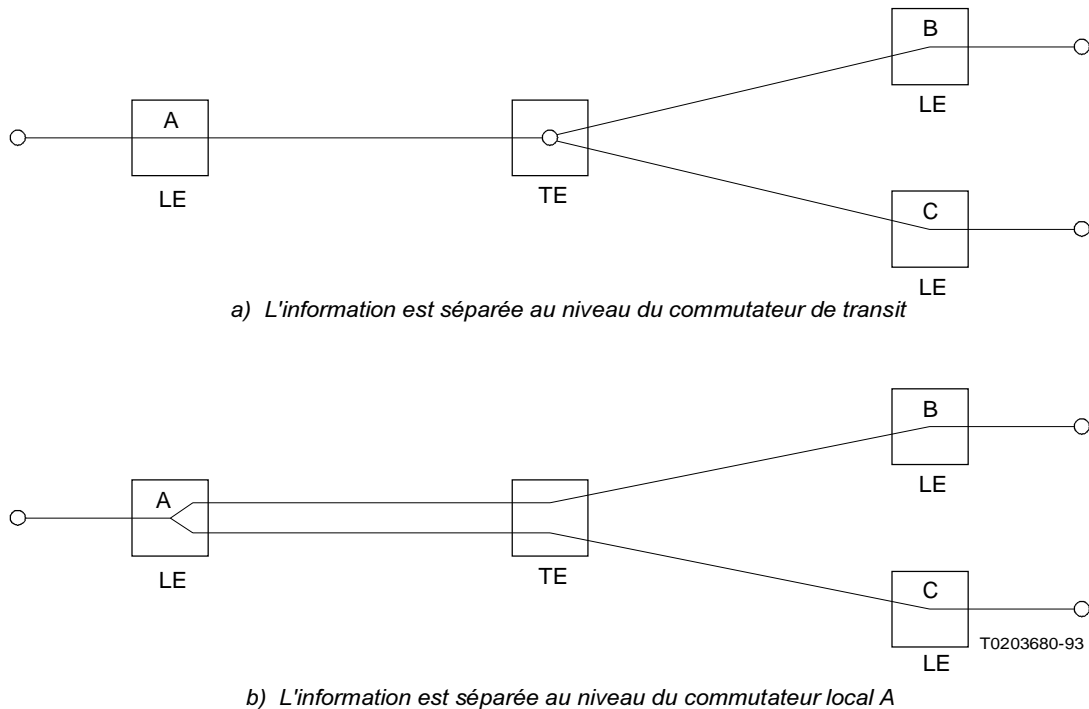
Le fonctionnement du système peut être évalué par référence à la différence $T' - T$ (report de la demande) et à la probabilité de refus de la réservation, c'est-à-dire la probabilité de constater que la communication ne peut pas commencer pendant l'intervalle de souplesse. S'il s'agit de n'évaluer que des paramètres de fonctionnement globaux, indépendants de l'intervalle de préavis, et si l'on néglige l'effet de «rétroblocage», on peut considérer, dans la modélisation du système, que l'on a affaire à un système de file d'attente pour services à la demande avec utilisateurs impatientes: l'intervalle $T' - T$ correspondant à la période de différé du début de la communication peut être interprété comme le temps moyen d'attente d'un service à la demande et le rejet de la réservation du fait d'un intervalle de souplesse trop court par rapport à la durée d'encombrement peut être rapporté, par analogie, à l'impatience de l'utilisateur devant une file d'attente trop longue.

Cette modélisation des services de réservation avec négociation des heures de début des communications au moyen d'un système de file d'attente avec utilisateurs impatientes permet d'appliquer les résultats de la théorie des files d'attente pour résoudre le problème pour diverses hypothèses concernant les lois d'arrivée et les distributions des durées de communication réservées et des longueurs de l'intervalle de souplesse de l'utilisateur. Plus particulièrement, ce problème a été résolu [16] pour les hypothèses suivantes:

- durée continue (sans intervalles de temps);
- distribution de Poisson des arrivées de demande d'heures de début de communication;
- distribution exponentielle des durées de communication réservées;
- distribution exponentielle de la longueur de l'intervalle de souplesse de l'utilisateur.

7 Connexions multipoint

Comme cela est expliqué au § 3.3 de la Recommandation E.712, plusieurs ressources du même faisceau peuvent être requises pour une communication dans des connexions multipoint, selon le lieu de séparation de l'information; la figure 1/E.731 donne deux exemples d'une communication à trois points; si chaque connexion exige n intervalles, il faut n ressources pour chaque circuit interurbain dans l'exemple a), alors que dans l'exemple b), il faudra $2 \times n$ ressources dans le faisceau circuit interurbain entre le commutateur local A et le commutateur de transit, et n ressources dans chacun des deux autres faisceaux interurbains.



LE Commutateur local (*local exchange*)
TE Commutateur de transit (*transit exchange*)

FIGURE 1/E.731
Deux exemples de communications à trois points

En général, on peut distinguer trois cas:

- 1) les connexions simples d'une connexion multipoint doivent être établies par l'intermédiaire de faisceaux interurbains différents et indépendants; par exemple connexions de l'exemple a) ou les connexions TE à LE B et TE à LE C de l'exemple b);
- 2) plusieurs connexions simples d'une connexion multipoint doivent être établies par l'intermédiaire du même faisceau interurbain; par exemple la connexion LE A à TE de l'exemple b);
- 3) plusieurs connexions simples d'une connexion multipoint doivent être établies par l'intermédiaire de différents faisceaux interurbains du même groupe de ressources de réseau.

Dans le cas 1), il convient d'utiliser pour le dimensionnement les mêmes méthodes que celles appliquées pour les connexions point à point.

Dans le cas 2), le faisceau interurbain devra être dimensionné comme si la connexion multipoint était une connexion point à point à intervalles multiples, c'est-à-dire en appliquant les méthodes décrites au § 3.2. Dans l'exemple b) en question, cette connexion multipoint dans le faisceau interurbain LE A vers TE sera considérée comme une connexion à $2 \times n$ intervalles pour tenir compte à la fois des aspects multipoint et intervalles multiples de la connexion concernée.

Le cas 3) doit faire l'objet d'un complément d'étude.

On pourra négocier généralement le nombre de points d'une connexion multipoint, éventuellement de façon implicite: considérons par exemple un usager qui demande une connexion vers trois points de destination et supposons que l'une des connexions établies par le réseau est défectueuse. Le réseau peut alors établir la connexion vers les deux autres points sans négociation explicite; l'utilisateur pourra accepter cette connexion point-deux points ou couper la communication. Du point de vue du trafic, ce processus peut être considéré comme équivalant à une négociation réelle. Lorsque le faisceau de circuits doit assurer plusieurs connexions d'une connexion multipoint, il y aura lieu d'envisager cette possibilité de négociation, dont les effets seront évalués selon les méthodes décrites au § 5.2.

Références

- [1] KAUFMAN, (J.S.): Blocking in a shared resource environment, *IEEE Trans. Comm.* 29 1981.
- [2] CONRADT, (J.) et BUCHHEISTER, (A.): Considerations on loss probability of multi-slot connections, *Proc. 11th ITC, paper 4.4B-2*, Kyoto, Japan (1985).
- [3] ROBERTS, (J.W.): Teletraffic models for the Telecom 1 integrated service network, *Proc. 10th ITC, paper 1.1.2*, Montreal 1983.
- [4] FICHE, (G.), LE GALL, (P.) et RICUPERO, (S.): Study of blocking for multi-slot connections in digital link systems, *Proc. 11th ITC, paper 5.4B-2*, Kyoto, Japan 1985.
- [5] LE GALL, (P.): Overflow traffic combination and cluster engineering, *Proc. 11th ITC, paper 2.2B-1*, Kyoto, Japan 1985.
- [6] CHANDRAMOHAN. (J.): An analytic multiservice performance model for a digital link with a wide class of bandwidth reservation strategies, *IEEE-JSAC*, Vol. 9, No. 2, 1991.
- [7] MIYAKE, (K.): Traffic study on different bit-rate calls carried by a trunk group with trunk modularity, *J. of the IEICE, J71-B*, 1988.
- [8] LUTTEN, (J.L.) et ROBERTS, (J.W.): Traffic performance of multi-slot call routing strategies in an integrated services digital network, *Proc. ISS 1984*, Florence, Italy 1984.
- [9] GIMPELSON, (L.): Analysis of mixture of wideband and narrow-band traffic, *IEEE Trans. on Comm.*, Vol. 13, No. 3, 1965.
- [10] LINDBERGER, (K.): Blocking for multi-slot heterogeneous traffic streams offered to a trunk group with reservation, *Proc. 5th ITC Seminar, Session on services*, Part II, Lake Como, Italy 1987.
- [11] LINDBERG, (P.), NIVERT, (K.) et SAGERHOLM, (B.): Trunk reservation and grade of service issues in circuit switched integrated networks, *Proc. 12th ITC, paper 5.4A.3.1*, Turin, Italy 1988.
- [12] TAKAGI, (K.) et SAKITA, (Y.): Analysis of loss probability equalized by trunk reservation for mixtures of several bandwidth traffic, *Proc. 12th ITC, paper 5.1A.5*, Turin, Italy 1988.
- [13] KASHPER, (A.N.): Bandwidth allocation and network dimensioning for international multiservice networks, *Proc. 5th ITC Seminar, Session on networks*, Part II, Lake Como, Italy 1987.
- [14] LIANG, (Y.), LIAO, (K.), ROBERTS, (J.W.) et SIMONIAN, (A.): Queueing models for reserved set up telecommunications service, *Proc. 12th ITC, paper 4.4B1*, Turin, Italy 1988.
- [15] LIAO, (K.) et ROBERTS, (J.W.): Traffic models for telecommunication services with advance capacity reservation, *Proc. 11th ITC, paper 1.3.2*, Kyoto, Japan 1985.
- [16] GIACOBBO SCAVO, (G.) et TONIETTI, (A.): Design of videoconference networks considering user flexibility, *Proc. 12th ITC, paper 4.4.B.3*, Turin, Italy 1988.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.731)

**Liste alphabétique des abréviations utilisées
dans la présente Recommandation**

GOS	Qualité d'écoulement du trafic (<i>grade of service</i>)
LE	Commutateur local (<i>local exchange</i>)
RNIS	Réseau numérique avec intégration des services
RTPC	Réseau téléphonique public commuté
TE	Centre de transit; commutateur de transit (<i>transit exchange</i>)