



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

E.716

(10/96)

SÉRIE E: RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE ET RNIS

Qualité de service, gestion de réseau et ingénierie du
trafic – Ingénierie du trafic – Ingénierie du trafic RNIS

**Modélisation de la demande usager dans le
RNIS à large bande**

Recommandation UIT-T E.716

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE E
RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE ET RNIS

EXPLOITATION, NUMÉROTAGE, ACHEMINEMENT ET SERVICE MOBILE	
EXPLOITATION DES RELATIONS INTERNATIONALES	E.100–E.229
DISPOSITIONS OPÉRATIONNELLES RELATIVES À LA TAXATION ET À LA COMPTABILITÉ DANS LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL	E.230–E.299
UTILISATION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL POUR LES APPLICATIONS NON TÉLÉPHONIQUES	E.300–E.329
DISPOSITIONS DU RNIS CONCERNANT LES USAGERS	E.330–E.399
QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DE RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC	
GESTION DE RÉSEAU	E.400–E.489
Statistiques relatives au service international	E.400–E.409
Gestion du réseau international	E.410–E.419
Contrôle de la qualité du service téléphonique international	E.420–E.489
INGÉNIERIE DU TRAFIC	E.490–E.799
Mesure et enregistrement du trafic	E.490–E.505
Prévision du trafic	E.506–E.509
Détermination du nombre de circuits en exploitation manuelle	E.510–E.519
Détermination du nombre de circuits en exploitation automatique et semi-automatique	E.520–E.539
Qualité d'écoulement du trafic	E.540–E.599
Définitions	E.600–E.699
Ingénierie du trafic RNIS	E.700–E.749
Ingénierie du trafic des réseaux mobiles	E.750–E.799
QUALITÉ DE SERVICE: CONCEPTS, MODÈLES, OBJECTIFS, PLANIFICATION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT	E.800–E.899
Termes et définitions relatifs à la qualité des services de télécommunication	E.800–E.809
Modèles pour les services de télécommunication	E.810–E.844
Objectifs et concepts de qualité des services de télécommunication	E.845–E.859
Utilisation des objectifs de qualité de service pour la planification des réseaux de télécommunication	E.860–E.879
Collecte et évaluation de données d'exploitation sur la qualité des équipements, des réseaux et des services	E.880–E.899

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

RECOMMANDATION UIT-T E.716

MODELISATION DE LA DEMANDE USAGER DANS LE RNIS A LARGE BANDE

Résumé

La présente Recommandation traite de la définition des caractéristiques de la demande de l'utilisateur telle qu'elle se manifeste au niveau de l'interface utilisateur-réseau (UNI). La présente Recommandation est centrée sur les aspects de la modélisation de la demande usager qui sont spécifiques du RNIS à large bande mettant en oeuvre le mode de transfert asynchrone (ATM) et résume la Recommandation E.711 (qui couvre la modélisation de la demande dans le RNIS) pour ceux des aspects qui sont communs aux réseaux RNIS à bande étroite et à large bande.

Source

La Recommandation UIT-T E.716, élaborée par la Commission d'études 2 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 8 octobre 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

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

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

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

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

NOTE

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

© UIT 1997

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.

TABLE DES MATIÈRES

	Page	
1	Domaine d'application.....	1
2	Références.....	1
3	Définitions	2
4	Abréviations.....	2
5	Introduction.....	3
6	Modélisation d'une demande d'appel	4
6.1	Généralités	4
6.2	Attributs de l'appel.....	4
6.3	Structure de l'appel et variables de trafic	5
6.3.1	Variables de trafic d'appel	6
6.3.2	Variables de trafic de cellules.....	6
6.3.3	Relations entre les variables de trafic de cellules et les paramètres du descripteur de trafic source.....	10
7	Caractérisation de l'utilisateur	11
7.1	Généralités	11
7.2	Caractérisation d'un ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE.....	11
7.3	Caractérisation d'une population d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE.....	12
8	Historique.....	12
	Références.....	13

Recommandation E.716

MODELISATION DE LA DEMANDE USAGER DANS LE RNIS A LARGE BANDE

(Genève, 1996)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation traite de la définition des caractéristiques de la demande de l'utilisateur telle qu'elle se manifeste au niveau de l'interface utilisateur-réseau (UNI). La présente Recommandation est centrée sur les aspects de la modélisation de la demande usager qui sont spécifiques du RNIS à large bande mettant en oeuvre le mode de transfert asynchrone (ATM) et résume la Recommandation E.711 (qui couvre la modélisation de la demande dans le RNIS) pour ceux des aspects qui sont communs aux réseaux RNIS à bande étroite et à large bande.

2 Références

Les Recommandations et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes Recommandations et autres références sont sujettes à révision; tous les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références indiquées ci-après. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée régulièrement.

- Recommandation E.711 du CCITT (1992), *Modélisation de la demande de l'utilisateur.*
- Recommandation UIT-T E.735¹, *Cadre général de régulation du trafic et de dimensionnement du RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T E.736¹, *Méthode de la régulation de trafic au niveau cellule pour le RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T E.737¹, *Méthodes de dimensionnement pour le RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T I.150 (1995), *Caractéristiques fonctionnelles du mode de transfert asynchrone du RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T I.210 (1993), *Principes des services de télécommunication assurés par un RNIS et moyens permettant de les décrire.*
- Recommandation UIT-T I.311 (1996), *Aspects généraux du réseau pour le RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T I.361 (1995), *Spécifications de la couche mode de transfert asynchrone pour le RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T I.371 (1996), *Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS à large bande.*

¹ Actuellement à l'état de projet.

3 Définitions

Il est utile de clarifier l'utilisation des termes de "connexion ATM" et "d'appel", faite dans la présente Recommandation, avant de spécifier les concepts fondamentaux tels que les attributs d'un appel ou le déroulement d'un appel. Une "**connexion ATM**" fait référence soit à une connexion de voie virtuelle (VCC) ou à une connexion de conduit virtuel (VPC), se référer à la Recommandation I.150. Une connexion VCC ou une connexion VPC peut se faire de point à point ou de point à multipoint. Une connexion VCC ou une connexion VPC est une connexion avec communication unidirectionnelle, c'est-à-dire avec une seule direction de transmission².

Un **appel** se constitue d'au moins deux connexions ATM: une connexion VCC dans chaque direction ou une connexion VPC dans chaque direction. Un appel peut se constituer de connexions ATM multiples dans chaque direction d'une configuration point à point ou vers chaque point de terminaison d'une connexion multipoint. Une communication multimédia peut, par exemple, utiliser dans chaque direction une connexion ATM pour une visioconférence et une autre pour le transport de fichiers de données.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes.

ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
B-ISUP	sous-système utilisateur du RNIS à large bande (<i>broadband ISDN user part</i>)
CAC	commande d'admission de connexion (<i>connection admission control</i>)
CLP	priorité de perte de cellule (<i>cell loss priority</i>)
CPE	équipement des locaux client (<i>customer premises equipment</i>)
NPC	commande de paramètre de réseau (<i>network parameter control</i>)
QS	qualité de service
RNIS-LB	réseau numérique à intégration de services à large bande
STD	descripteur de trafic source (<i>source traffic descriptor</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user-network interface</i>)
UPC	commande de paramètre d'utilisation (<i>usage parameter control</i>)
VC	voie virtuelle (<i>virtual channel</i>)
VCC	connexion de voie virtuelle (<i>virtual channel connection</i>)
VCI	identificateur de voie virtuelle (<i>virtual channel identifier</i>)
VP	conduit virtuel (<i>virtual path</i>)
VPC	connexion de conduit virtuel (<i>virtual path connection</i>)
VPI	identificateur de conduit virtuel (<i>virtual path identifier</i>)

² Il convient de noter, comme cela est spécifié dans la Recommandation I.150, qu'il existe deux sens de transmission au niveau d'une interface RNIS-LB. Quand une valeur du champ de routage [un identificateur de conduit virtuel (VPI, *virtual path identifier*) pour une connexion VPC ou un identificateur VPI/identificateur de voie virtuelle (VPI/VCI, *virtual channel identifier*) pour une connexion VCC] est attribuée à une liaison de conduit virtuel ou de voie virtuelle, la même valeur est attribuée à chaque sens de la transmission. Les caractéristiques du trafic et les ressources attribuées pour chaque sens de communication peuvent être les mêmes ou être différentes. La largeur de bande dans l'un des sens peut être nulle (communication unidirectionnelle sans information en retour). Elle peut aussi correspondre à la largeur suffisante qui permet de transporter les informations de gestion de la couche ATM (communication unidirectionnelle avec informations de gestion en retour).

5 Introduction

La Recommandation E.711 traite de la modélisation de la demande de l'utilisateur dans le RNIS. La présente Recommandation est centrée principalement sur les aspects de la modélisation de la demande de l'utilisateur qui sont spécifiques d'un RNIS à large bande utilisant le mode de transfert asynchrone (ATM) et résume la Recommandation E.711 pour ceux des aspects qui sont communs au RNIS à bande étroite et au RNIS à large bande.

L'expression "demande de l'utilisateur" désigne les demandes de services de télécommunication utilisant les moyens du réseau, faites par l'utilisateur afin de satisfaire à ses besoins de transfert d'information. Elle désigne non seulement les demandes faites par l'utilisateur, mais également les demandes que celui-ci reçoit de la part d'autres utilisateurs désirant communiquer avec lui. La demande de l'utilisateur se manifeste au niveau de l'interface utilisateur-réseau (UNI) par l'action de son équipement CPE et de celle de l'équipement CPE de l'autre utilisateur impliqué dans l'appel, d'une manière qui dépendra également des caractéristiques des équipements CPE mis en jeu.

La présente Recommandation traite de la caractérisation de la demande de l'utilisateur telle qu'elle se manifeste au niveau de l'interface UNI. Pour le propos de la modélisation, la demande de l'utilisateur au niveau de l'interface UNI sera représentée sous la forme d'un processus d'arrivées de différents types de "demandes d'appel"³. Il s'ensuit que la caractérisation de la demande de l'utilisateur exige:

- la caractérisation des types de demandes d'appel générées et reçues par l'utilisateur, traitée par l'article 6;
- la caractérisation du processus d'arrivée des différents types de demandes d'appel, traitée par l'article 7.

La présente Recommandation identifie des paramètres utilisés dans ces processus de caractérisation. Les paramètres choisis sont ceux qui ont un effet sur les performances du réseau et qui, en conséquence ont une pertinence pour la modélisation du trafic que l'utilisateur présente au réseau, en particulier à la couche ATM dans le plan utilisateur, à la couche de signalisation (couche 3 de la signalisation Q.2931 et couche 4 pour la partie utilisateur B-ISUP) et aux couches de niveau inférieur situées dans le plan de commande.

L'objet de la présente Recommandation est de présenter des paramètres qui sont importants pour la définition des méthodes de dimensionnement et pour les algorithmes de régulation du trafic (y compris les algorithmes de régulation de l'admission de connexion). La présente Recommandation fournit aux opérateurs de réseaux un guide pour la détermination de ceux des paramètres qu'il est nécessaire d'estimer à l'aide de mesures ou d'autres moyens, en vue de leur utilisation comme information d'entrée pour le dimensionnement ou la régulation du trafic. La façon dont ces paramètres sont utilisés à ces fins n'est pas traitée par la présente Recommandation, mais par les Recommandations des séries E.730 et E.740.

³ Il convient de noter qu'on considère comme phénomène de base de la demande de l'utilisateur, la demande d'appel (c'est-à-dire, la demande d'établissement d'un appel) et non l'appel ou la tentative d'appel traditionnellement utilisés. Contrairement à l'appel, la demande d'appel comprend toutes les tentatives nécessaires dans la phase d'établissement de l'appel. Une séquence de tentatives sans aboutissement final est également considérée comme étant une demande d'appel.

6 Modélisation d'une demande d'appel

6.1 Généralités

La demande d'appel est la manifestation fondamentale de la demande de l'utilisateur au niveau de l'interface UNI. Une demande d'appel se constitue:

- 1) de la séquence de tentatives d'appel faites par l'utilisateur ou par son équipement CPE;
- 2) de l'appel qui s'ensuit si la tentative aboutit.

Du point de vue de l'ingénierie de trafic, une demande d'appel est définie par un ensemble d'attributs d'appel et par une structure d'appel⁴:

- les attributs d'appel sont les attributs de la demande d'appel qui identifient les ressources du réseau dont a besoin la demande d'appel, aussi bien dans le plan utilisateur que dans le plan de commande; les attributs définissent les connexions nécessaires et la manière dont elles sont établies; la plupart des attributs de l'appel correspondent aux attributs définis dans la Recommandation I.210;
- la structure de l'appel est définie sous la forme d'une séquence d'événements au niveau de l'interface utilisateur-réseau et des intervalles de temps qui séparent ces événements.

La structure de l'appel et les attributs de l'appel doivent suffire à définir l'effet de l'appel sur la performance du réseau et pour quantifier les ressources qui doivent être allouées à l'appel ainsi que la durée d'occupation de ces ressources.

6.2 Attributs de l'appel

Comme indiqué dans 6.1, les attributs de l'appel sont définis par un ensemble de valeurs d'attributs identifiant les ressources requises par la demande d'appel. Ces attributs sont les suivants:

- établissement de la communication (par des fonctions du plan de commande ou des fonctions du plan de gestion, d'une manière semi-permanente, à la demande ou sur réservation);
- configuration de communication (point à point, multipoint, diffusion, nombre et localisation des points);
- nombre de connexions ATM dans chaque direction entre chaque couple de points;
- utilisation de connexions de voie virtuelle (VCC) ou de connexions de conduit virtuel (VPC) d'utilisateur à utilisateur⁵;
- les composantes du contrat de trafic (voir la Recommandation I.371) de chaque connexion ATM, comportant:
 - 1) le descripteur de trafic source;

⁴ Le terme "attributs d'appel" a le même sens que le terme "caractéristiques de connexion" utilisé dans la Recommandation E.711. Ce changement de terme a pour but de souligner qu'il s'agit des caractéristiques ou des attributs de la totalité de la demande d'appel et non simplement de l'une de ses connexions. Pour simplifier, on utilise les termes "attributs d'appel" et "structure d'appel" au lieu de "attributs de demande d'appel" et de "structure de demande d'appel". De plus, toujours pour simplifier, si l'appel a été établi, le terme "appel" sera fréquemment utilisé à la place de "demande d'appel".

⁵ Quand une connexion VPC d'utilisateur à utilisateur est établie, le réseau est transparent aux connexions VCC établies par l'utilisateur à l'intérieur de cette connexion VPC. Dans ce cas, on considérera alors, dans le contexte de la présente Recommandation, que l'appel est constitué des connexions VPC d'utilisateur à utilisateur en jeu, mais que les connexions VCC individuelles ne constituent pas un appel.

- 2) la tolérance de variation de retard de cellule;
- 3) la classe de qualité de service;
- les couches 1 à 3 du protocole d'accès de signalisation (il n'existe à l'heure actuelle que la seule classe de protocole Q.2931 pour l'accès de signalisation);
- les services complémentaires; la liste des services complémentaires qui sont significatifs du point de vue de l'ingénierie de trafic appelle une étude ultérieure.

En pratique, seuls certains des attributs mentionnés ci-dessus sont significatifs lorsqu'une modélisation de la demande d'appel est effectuée pour une activité donnée d'ingénierie de trafic.

6.3 Structure de l'appel et variables de trafic

Comme indiqué dans 6.1, la structure d'une demande d'appel est définie sous la forme d'une succession d'événements au niveau de l'interface utilisateur-réseau et des intervalles de temps séparant ces événements.

La structure de l'appel est décrite par un ensemble de variables de trafic, exprimées sous forme statistique, c'est-à-dire sous la forme de variables aléatoires ou sous la forme de paramètres liés à la distribution de variables aléatoires. Ceci permet de modéliser une grande variété de demandes d'appel au moyen d'une même structure de l'appel. Les demandes d'appel qui ont les mêmes types d'événements, mais avec des occurrences différentes (par exemple le nombre de renouvellement des tentatives) ou avec des différences de durées (par exemple la durée d'occupation), peuvent être modélisées par une même structure de l'appel.

Il est possible de distinguer deux types de variables de trafic: les variables de trafic d'appel et les variables de trafic de cellule⁶. Elles décrivent toutes deux des successions d'événements au niveau de l'interface utilisateur-réseau et les intervalles de temps entre ces événements, mais la définition de l'événement est différente dans chaque cas.

- pour les variables de trafic d'appel, un événement représente la transmission sur l'interface utilisateur-réseau d'une cellule ATM qui conclut un message de signalisation correspondant aux phases d'établissement, de renégociation et de déconnexion de l'appel; l'événement est défini à la fois par l'instant d'arrivée de la cellule et par le contenu du message de signalisation;
- pour les variables de trafic de cellule, un événement représente la transmission sur l'interface utilisateur-réseau d'une cellule ATM quelconque; l'événement est défini par les informations suivantes: instant d'arrivée de la cellule, la relation avec l'appel auquel appartient la cellule, le type de charge utile et la valeur du bit d'indication CLP.

NOTES

1 La définition de variables de trafic d'appel liées à la transmission de messages de signalisation à travers l'interface UNI ne s'applique qu'aux appels établis par des fonctions du plan de commande. La définition pour les appels établis par des fonctions du plan de gestion appelle une étude ultérieure.

2 En cas d'encombrement dans le réseau au niveau de la cellule ou de l'appel, ou en cas de commandes de rétroaction issues de noeuds du réseau, la structure de l'appel dépend non seulement de la demande de l'utilisateur mais également de conditions du réseau. La manière de caractériser l'influence de la demande de l'utilisateur sur la structure de l'appel dans une telle situation appelle une étude ultérieure.

⁶ L'expression "variables de trafic de cellules" s'applique spécifiquement au RNIS à large bande fondé sur les techniques ATM pour les variables de trafic relatives à la transaction. Utilisée dans la Recommandation E.711, elle est commune au RNIS à bande étroite et au RNIS à large bande.

6.3.1 Variables de trafic d'appel

Pour les demandes d'appel dont les attributs ne varient pas la durée de l'appel (ce qui est par exemple le cas de demandes d'appel pour lesquelles toutes les connexions ATM de l'appel sont principalement établies simultanément et déconnectées simultanément, et dont les attributs ne sont pas renégociés), les variables de trafic d'appel les plus significatives sont les suivantes:

- variables définissant le processus d'arrivée des tentatives d'appel:
 - nombre moyen de renouvellement en cas de non-aboutissement;
 - intervalle de temps moyen entre tentatives d'appel;
- durée de communication moyenne de l'appel.

Pour les tentatives d'appel dont les attributs d'appel varient pendant la durée de l'appel, il convient d'ajouter les variables de trafic de communications ci-dessous, qui sont utiles pour le dimensionnement des ressources dans le plan de commande:

- nombre moyen de demandes de changement de l'attribut d'appel pendant la durée de celui-ci;
- variables définissant le processus d'arrivée des tentatives de modification pour chacune des demandes de modification de l'attribut de l'appel:
 - nombre moyen d'essais en cas de non-aboutissement;
 - intervalle de temps moyen entre essais.

Dans le cas d'attributs d'appel étroitement liés dont les modifications sont en général demandées simultanément et qui impliquent la même action du plan de contrôle (par exemple divers paramètres de sélection distante de l'abonné demandé), les variables de trafic ci-dessus ne font pas référence à un attribut d'appel unique mais au groupe d'attributs en question.

L'ensemble d'attributs d'appel varie au cours de l'appel à la suite des demandes de modification. Pour chaque ensemble d'attributs d'appel utilisés pendant l'existence de l'appel, les variables supplémentaires de trafic utiles pour le dimensionnement de ressources dans le plan utilisateur sont les suivantes:

- durée moyenne pendant laquelle l'appel possède chaque ensemble donné d'attributs d'appel.

Une définition plus exhaustive des variables de trafic d'appel appelle une étude ultérieure.

6.3.2 Variables de trafic de cellules

Les variables de trafic de cellules sont utilisées afin de décrire le processus d'arrivée de toute cellule d'une connexion ATM utilisée par l'appel.

Dans le cas de communications établies par des fonctions du plan de commande, une des successions d'événements de la structure de l'appel est la transmission de cellules sur les voies virtuelles de signalisation (voir les Recommandations I.311 et I.361) établies pendant l'établissement, la renégociation et le relâchement des connexions de données utilisateur.

Dans le cas d'une connexion ATM transportant des données utilisateur, la séquence d'événements à laquelle s'intéresse principalement la présente Recommandation est la transmission de cellules de données utilisateur, c'est-à-dire, pour les connexions VCC, de cellules avec une charge utile de type 0 à 3 et, pour les connexions VPC, de cellules avec des identificateurs de voie virtuelle (VCI) supérieurs à 31. Si des cellules de données utilisateur à priorité élevée [bit de priorité de perte de cellule (CLP, *cell loss priority*) égal à zéro, voir la Recommandation I.371] et à faible priorité (CLP = 1) sont générées dans une connexion, une séquence d'événements appropriée peut alors être la suivante:

- 1) transmission de cellules de données utilisateur avec bit CLP = 0;

- 2) transmission de cellules de données utilisateur avec bit CLP = 1;
- 3) transmission de l'ensemble (bit CLP = 0 ou bit CLP = 1).

Les séquences d'événements pour les cellules d'exploitation et de maintenance (OAM) *operation and maintenance*) [pour les connexions VCC, cellules avec une charge utile de types 4 et 5 ou, pour les connexions VPC, cellules avec 3 ou 4 comme valeur d'identification de voie virtuelle (VCI, *virtual channel identification*)] et pour les cellules de gestion rapide des ressources (pour les connexions VCC, cellules avec charge utile de type 6 ou, pour les connexions VPC, cellules avec une valeur d'identification VCI égale à 6) revêtent un intérêt secondaire dans la présente édition de la Recommandation E.716.

L'expression "processus d'arrivée des cellules" décrit ici la séquence d'événements se produisant dans la structure d'appel de cellules d'un type donné, sur une connexion ATM donnée et pendant une période donnée (il s'agit en général de la durée de la connexion ou de la durée entre deux renégociations, mais en cas de connexions de très longue durée, la caractérisation pourrait se faire pendant des périodes plus courtes comme, par exemple, la période de référence utilisée pour l'ingénierie du réseau). Les concepts servant à caractériser le processus d'arrivée des cellules sont particulièrement intéressants pour les cellules de données utilisateur, mais peuvent aussi s'appliquer aux cellules des autres types.

Les variables de trafic de cellules doivent identifier toutes les caractéristiques du processus d'arrivée des cellules qui sont significatives dans l'évaluation de l'effet de ce processus sur la performance du réseau. Il convient cependant de noter que les variables de trafic de cellules peuvent, dans certaines conditions, ne pas être significatives pour l'ingénierie de trafic. Pour plus de détails, voir 6.3.3.

Un certain nombre d'approches différentes de la définition des variables de trafic de cellules⁷ sont présentées. D'autres approches appellent une étude ultérieure. Les directives concernant l'approche la plus appropriée pour une application ou un service donné appellent une étude ultérieure.

6.3.2.1 Variables relatives à la structure de rafale du flux de cellules

Il est approprié, pour certains types de cellules, de distinguer une alternance de "rafales", qui sont des périodes d'activité pendant lesquelles les cellules sont émises à un débit relativement constant, et de "silences" pendant lesquelles la source reste au repos. D'une manière plus générale, la source peut avoir plusieurs niveaux d'activité, définis chacun par une intensité du flux d'arrivée des cellules.

Si le trafic source est traité par un multiplexeur possédant un tampon relativement petit (de l'ordre de 100 cellules), l'information nécessaire pour caractériser la source se limite au débit d'arrivée des cellules pour chaque état et la probabilité pour que la source se trouve dans l'un de ces états à un instant donné. Cette information est appelée la distribution du débit instantané des cellules. Si la distribution totale ne peut être connue, la connaissance du débit maximal, du débit moyen et, si possible, de la variance fournit une information utile pour l'évaluation de l'influence de la source sur la performance du réseau [1].

Lorsque les tampons de multiplexeur sont importants, la distribution instantanée du débit doit être complétée par une information au sujet du processus aléatoire qui détermine le passage d'un état à un autre. La description de ce processus aléatoire peut être extrêmement complexe.

La description peut être plus simple dans le cas de sources opérant par tout ou rien, c'est-à-dire des sources pour lesquelles deux états seulement sont possibles: un état dans lequel les cellules sont émises à un débit constant et un état de repos. Si le comportement de la source permet de faire

⁷ Ces approches s'appliquent à la caractérisation du processus d'arrivée des cellules pendant des durées limitées. Dans le cas théorique de durées illimitées, l'hypothèse de stationnarité du processus d'arrivée des cellules est nécessaire.

l'hypothèse que les longueurs des rafales successives sont indépendantes, le processus aléatoire est défini par le taux de cellules durant une rafale et la distribution des durées des rafales et des silences. La distribution des durées de rafales et de silences peut être décrite d'une manière approchée et succincte par leurs moyennes et leurs variances (dans le cas de la durée des silences, même une description se limitant à la moyenne peut suffire si de nombreuses sources sont multiplexées). Si le débit pendant l'état actif subit de légères variations qui ne permettent pas de le considérer comme constant, la caractérisation peut être complétée, comme expliqué au 6.3.2.4, par une variable en relation avec $q(r)$ avec une valeur de r légèrement inférieure au débit moyen.

Si toutefois les périodes successives d'activité de la source par tout ou rien sont liées, il est également nécessaire de spécifier la nature de cette corrélation (par exemple, les rafales peuvent elles-mêmes apparaître par rafales). Dans un tel cas, comme dans le cas où la source possède de nombreux états, il peut être plus simple d'utiliser les variables de trafic présentées dans les paragraphes qui suivent.

6.3.2.2 Variables relatives au nombre d'arrivées de cellules durant un intervalle de temps

Dans cette approche, les variables de trafic de cellules caractérisent la distribution du nombre $N(t)$ d'arrivées de cellules durant un intervalle de temps de longueur t pris au hasard dans la période pendant laquelle la caractérisation est réalisée. La source est caractérisée⁸ de façon précise (mais pas complète) si la distribution totale de $N(t)$ est connue pour toute valeur de t . Compte tenu de la quantité considérable d'information que ceci nécessiterait, certains auteurs [2], [3], [4], [5], [6], [7], [10] et [11] ont proposé d'utiliser les premiers moments de la fonction de distribution de $N(t)$.

La partie la plus importante de la distribution de $N(t)$ est la queue, pour ce qui est de l'effet de l'estimation d'effet de la source sur les performances du réseau. Si le type de fonction de distribution de $N(t)$ est connu pour la source, il est possible de déduire le comportement de la queue de distribution à partir des premiers moments, auquel cas la caractérisation de $N(t)$ à partir des premiers moments est adéquate. Il est dangereux d'assimiler d'une manière générale la distribution de $N(t)$ à une distribution connue (par exemple gaussienne) parce que cette hypothèse peut ne pas être correcte pour certaines sources. Lorsque le type de la fonction de distribution de $N(t)$ est connu, celle-ci est en général caractérisée d'une manière suffisante par les premiers moments pour un certain nombre de valeurs de t .

Le premier moment, c'est-à-dire le nombre moyen d'arrivées de cellules durant un intervalle de temps de longueur t est égal au débit d'arrivée des cellules (l'inverse du temps moyen entre deux arrivées) multiplié par t . N'importe quelle valeur de t convient alors pour ce premier moment.

Il est nécessaire de prendre en considération plusieurs valeurs de t pour le second moment, afin de tenir compte de la corrélation. Les valeurs adéquates de t sont liées aux longueurs des files d'attente dans les multiplexeurs traitant la source (en plus de la vitesse et de la charge du multiplexeur) [7], [10] et [11]. Certaines mesures sur des réseaux de données [8], [12] et les sorties de codecs à débit variable [9] indiquent qu'ils manifestent un comportement d'auto-réplication. Ceci signifie que la variance de $N(t)$ peut être exprimée sous la forme:

$$\text{var}[N(t)] = k t^c$$

k ($k > 0$) et c ($1 \leq c \leq 2$) étant des constantes définissant la source. Pour le trafic d'auto-réplication $c > 1$. Pour les sources pour lesquelles cette relation s'applique, il suffit de connaître le second moment pour deux valeurs de t pour en déduire sa valeur pour toute valeur de t .

⁸ Bien que la source puisse être caractérisée de façon précise, elle n'est pas complètement caractérisée par la distribution de $N(t)$. En général, pour que la caractérisation soit complète, il faut connaître toutes les distributions dimensionnelles à plusieurs variables finies de $N(t)$ sur des intervalles distincts.

Certains auteurs [3] et [4] proposent également d'utiliser le troisième moment de $N(t)$, dont l'utilité varie en fonction du type de distribution pouvant être admis pour $N(t)$.

6.3.2.3 Variables basées sur les temps entre arrivées de cellules

Dans cette approche, les variables de trafic de cellules décrivent la distribution de $S(k)$, somme de k intervalles consécutifs entre arrivées [2], [13] et [14]. La distribution $S(k)$ est liée à la fonction $N(t)$ du 6.3.2.2 par la relation

$$\frac{d}{dt} \Pr\{N(t) > k\} = \lambda (\Pr\{S(k+1) > t\} - \Pr\{S(k) > t\})$$

dans laquelle λ est le débit moyen des arrivées. La caractérisation faite au moyen de $S(k)$ est donc équivalente à celle faite au moyen de $N(t)$.

Néanmoins, étant donné qu'il est plus facile de déduire la distribution $N(t)$ d'une source résultant de la superposition de sources $N(t)$ individuelles à partir des distributions de chacune de ces sources que de faire la même opération pour $S(k)$, l'approche basée sur $S(k)$ a été moins étudiée.

6.3.2.4 Variables liées au nombre d'arrivées de cellules excédant un débit donné

Dans cette approche, le processus d'arrivée des cellules depuis la source est caractérisé par la performance observée dans le cas d'une queue alimentée uniquement par la source [15], [16] et [17]. Considérons plus précisément un système avec un temps de service fixe $1/r$ (c'est-à-dire dont le débit maximal de sortie est de r cellules par unité de temps) et une queue de longueur illimitée alimentée uniquement par la source. Soit $q(r)$ le travail inachevé dans le système⁹. Ces variables de trafic de cellules décrivent la distribution de $q(r)$. La source serait caractérisée de façon précise (mais pas complète) si la distribution de $q(r)$ était connue pour toute valeur de r . Il est toutefois suffisant en pratique, pour obtenir une caractérisation acceptable de la source, de connaître le débit moyen d'arrivée de cellules avec quelques quantiles de la distribution de $q(r)$ pour des valeurs particulières de r .

L'exemple suivant [15] présente une procédure de choix de r et de quantiles de $q(r)$

$$\begin{aligned} \Pr\{q(r_1) > b_1\} &= P_1 \\ \Pr\{q(r_2) > b_2\} &= P_1 \\ \Pr\{q(r_2) > b_3\} &= P_2 \end{aligned}$$

avec les notations suivantes:

- P_1 est une probabilité négligeable par rapport aux exigences de perte de cellule dans le réseau;
- r_1 est un débit qui peut être considéré comme le débit maximal de la source, à l'exception de variations n'excédant pas de courtes périodes, ce qui implique que b_1 sera faible;
- r_2 est une valeur de débit située entre le débit moyen de cellules et r_1 ;
- P_2 est une probabilité comprise entre 0,05 et 0,5.

Si une caractérisation plus précise est nécessaire, il est possible d'utiliser plusieurs valeurs de P_2 pour le même r_2 ou même plusieurs valeurs de r_2 .

⁹ Le travail inachevé est égal au nombre de cellules présentes dans la queue plus la fraction de travail restant à faire pour traiter la cellule en train d'être servie.

6.3.3 Relations entre les variables de trafic de cellules et les paramètres du descripteur de trafic source

Conformément à la Recommandation I.371, l'utilisateur déclare durant la phase d'établissement d'appel (ou durant la phase de renégociation) un ensemble de paramètres de trafic qui décrivent les caractéristiques de trafic de la connexion demandée. Cet ensemble de paramètres constitue le descripteur de trafic source (STD, *source traffic descriptor*). La fonction de contrôle d'admission de connexion (CAC) du réseau utilise ce descripteur pour décider si la connexion est acceptée ou rejetée. La connexion n'est acceptée que si des ressources suffisantes sont disponibles pour établir l'appel avec la qualité de service requise et pour maintenir la qualité de service convenue des appels en cours. Au cours de la connexion, le réseau contrôle les paramètres déclarés à l'aide de la commande des paramètres de réseau (NPC, *network parameter control*) et de la commande des paramètres d'utilisation (UPC, *usage parameter control*).

Il existe un rapport étroit entre les variables de trafic de cellules et les paramètres du descripteur STD puisqu'ils décrivent tous deux le trafic, avec toutefois des différences fondamentales:

- les paramètres du descripteur STD nécessitent une définition tenant compte de l'exploitation (c'est-à-dire algorithmique ou fondée sur des règles) étant donné qu'à tout moment au cours de l'appel, l'utilisateur et l'opérateur de réseau doivent pouvoir déterminer si les cellules soumises sont conformes au descripteur STD. En revanche, les variables de trafic de cellules ont une définition statistique;
- les valeurs du descripteur STD sont déterminées lors de l'établissement de la connexion (et peuvent être renégociées au cours de la connexion) et s'appliquent à une occurrence donnée du processus d'arrivée des cellules. Par contre, les variables de trafic de cellules ne restent pas nécessairement les mêmes pendant toute la durée de l'occurrence;
- les paramètres du descripteur STD représentent une limite déterministe pour le comportement de la source, puisque des mesures peuvent être prises à l'encontre de la connexion si le trafic dépasse les paramètres déclarés. Par contre, les variables de trafic de cellules représentent le comportement probabiliste de la source et peuvent fournir une caractérisation plus exhaustive du trafic de la source.

Comme déjà mentionné dans l'article 5, l'identification des paramètres qui ont une influence importante sur les performances du réseau est utile pour la définition des méthodes de dimensionnement et des algorithmes de gestion du trafic. Dans le cas des variables de trafic de cellules, ces paramètres sont utiles pour définir des algorithmes de commande d'admission de connexion (CAC) et, en particulier, les nouveaux paramètres du descripteur STD. Cependant, leur utilité pour la définition des méthodes de dimensionnement, ou qui plus est, la nécessité pour les opérateurs d'estimer les valeurs des variables de trafic de cellules (des connexions ATM pour la transmission de données utilisateur) dépendent de la procédure CAC adoptée. A cet effet, on peut diviser les procédures de commande CAC en trois classes:

- 1) les informations sur le processus d'arrivée de cellule utilisées par la commande CAC pour accepter ou refuser une connexion sont uniquement les descripteurs STD déclarés pour les connexions nouvelles et en cours. Cette commande CAC attribue les ressources non pas en fonction des caractéristiques du trafic des connexions mais en admettant implicitement les caractéristiques de trafic du "cas le plus défavorable"¹⁰ compatibles avec les descripteurs STD déclarés. Avec cette politique de commande CAC, il est nécessaire, pour le

¹⁰ L'expression "cas le plus défavorable" sous-entend des caractéristiques de trafic compatibles avec le descripteur de trafic déclaré nécessitant l'allocation de ressources la plus importante pour répondre aux conditions de qualité de service requises.

dimensionnement, d'estimer les descripteurs STD (que les usagers déclareront) mais non les variables de trafic de cellules des connexions.

NOTE – Un cas particulier important est celui d'une connexion ATM pour laquelle un service à débit constant est demandé par l'utilisateur. Pour ce type de connexion, l'opérateur de réseau attribuera probablement des ressources pour la totalité de la largeur de bande demandée, quel que soit le processus d'arrivée de cellule sur les connexions.

- 2) en dehors des descripteurs STD déclarés, la commande CAC tient également compte des caractéristiques prévisibles du trafic des connexions nouvelles et en cours. Par exemple, la commande CAC attribuera les ressources en fonction des caractéristiques prévisibles du trafic des connexions basées sur des historiques de mesures qui établissent une corrélation entre le descripteur STD déclaré et les variables de trafic de cellules pour la connexion. La commande CAC pourrait, également à titre d'exemple, attribuer les ressources en fonction des descripteurs STD déclarés et de facteurs d'ingénierie, ces derniers pouvant être obtenus à partir d'historiques de mesures. Selon les particularités de cette classe de commande CAC, il peut donc être nécessaire, pour le dimensionnement, d'estimer les variables de trafic de cellules des connexions;
- 3) en dehors des descripteurs STD déclarés, la commande CAC tient également compte des mesures en temps réel des connexions en cours. Les caractéristiques de trafic des connexions ont donc une incidence sur la politique de commande CAC. Il en résulte qu'il faut, pour le dimensionnement, estimer à la fois les descripteurs STD et les variables de trafic de cellules des connexions.

7 Caractérisation de l'utilisateur

7.1 Généralités

Sur le plan de l'ingénierie du trafic, les utilisateurs qui partagent la même installation CPE ne doivent pas être caractérisés de manière individuelle, mais plutôt comme un ensemble appelé "ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE". On admet que cette expression peut désigner un utilisateur ou un ensemble d'utilisateurs qui partagent, par l'intermédiaire d'une seule installation, les lignes d'accès au réseau.

Il convient d'effectuer la caractérisation de l'utilisateur pour chaque ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE afin de dimensionner ses lignes d'accès au réseau et pour chaque population d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE susceptibles de partager les ressources du réseau.

7.2 Caractérisation d'un ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE

Un ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE est caractérisé par le processus de création de ses demandes d'appel au départ et à l'arrivée. Dans la phase initiale, ce processus peut être décrit approximativement par le taux de demandes d'appel de chaque type pendant une période de référence. Le type d'une demande d'appel, selon 6.1, est indiqué par les caractéristiques suivantes:

- ensemble d'attributs d'appel;
- structure d'appel.

Chaque différence des attributs d'appel ou des variables de trafic pourrait donner lieu à un type d'appel différent. Toutefois, en fonction de la tâche d'ingénierie de trafic particulière exécutée, certains des attributs d'appel et certaines des variables de trafic peuvent ne pas s'appliquer et il n'est pas nécessaire d'en tenir compte pour distinguer les types de demande d'appel (par exemple, le nombre de renouvellements d'une tentative d'appel peut ne pas s'appliquer pour dimensionner les ressources dans le plan utilisateur). Même les demandes d'appel avec différentes valeurs d'un certain

attribut d'appel ou d'une certaine variable de trafic peuvent être considérées comme appartenant à un seul type caractérisé, par exemple, par la valeur moyenne de cet attribut ou de cette variable (par exemple, nombre moyen de connexions ATM ou débit moyen de cellules par appel). De même, les demandes d'appel avec des valeurs similaires d'attribut d'appel ou de variable de trafic peuvent être assimilées à un seul type (par exemple, tous les appels entrant dans un centre sans distinction de l'origine des appels ou tous les appels avec un débit de cellules de crête de leurs connexions compris dans un certain domaine de valeurs). On peut ainsi définir une liste comportant un nombre limité de types de demande d'appel. Cette liste dépendra de chaque tâche d'ingénierie spécifique; la présente Recommandation ne peut donc spécifier aucune liste particulière.

Une méthode pratique de caractérisation de l'ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE consiste à déterminer les services de télécommunication demandés et de procéder, pour chaque service de télécommunication, de la manière suivante:

- estimer le taux de demandes d'appel pour le service de télécommunication pendant la période de référence;
- définir les types de demande d'appel pour ce service de télécommunication;
- estimer la proportion de demandes d'appel pour le service de télécommunication qui, pendant la période de référence, appartiennent à chacun des types définis;
- calculer par simple multiplication, à partir des résultats précédents, le taux pour chaque type de demande d'appel pendant la période de référence.

7.3 Caractérisation d'une population d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE

Une population d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE est caractérisée par la valeur moyenne, pour la population, du taux de demandes d'appel par ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE pour chaque type de demande d'appel pendant la période de référence. Pour le type de demande d'appel j , ce taux moyen de demandes d'appel est désigné par $r(j)$. Une procédure pratique pour cette caractérisation est décrite ci-après:

- segmenter la population d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE en diverses classes, chaque classe étant constituée d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE ayant un comportement similaire en matière de trafic. A titre d'exemple de classes d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE, on peut citer les résidentiels et les petites, moyennes et grandes entreprises;
- estimer P_i , égal au nombre d'ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE de classe i divisé par le nombre total d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE dans toute la population;
- caractériser chaque classe i d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE, c'est-à-dire estimer, pour chaque classe i d'ensembles d'utilisateurs d'une installation CPE (en suivant une procédure analogue à celle du 7.2), la valeur moyenne, sur l'ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE de classe i , du taux de demande d'appels par ensemble d'utilisateurs d'une installation CPE pour chaque type de demande d'appel j pendant la période de référence; soit $r_i(j)$ cette valeur moyenne;
- établir la valeur moyenne sur la population totale à l'aide de la formule:

$$r(j) = \sum_{\forall i} P_i \cdot r_i(j)$$

8 Historique

Il s'agit de la première version de la Recommandation E.716.

Références

- [1] ANDRADE J.: ATM Source Traffic Descriptor Based on the Peak, Mean and Second Moment of the Cell Rate, *ITC 14: The fundamental role of teletraffic in the evolution of telecommunication networks*, Vol. 1b, Elsevier, 1994.
- [2] GUSELLA R.: Characterizing the Variability of Arrival Processes with Indexes of Dispersion, *IEEE JSAC*, Vol. 9, n° 2, février 1991.
- [3] HEFFES H., LUCANTONI D., MARKOV A.: Modulated Characterization of Packetized Voice and Data Traffic and Related Statistical Multiplexer Performance, *IEEE JSAC*, Vol. SAC-4, n° 6, Septembre 1986.
- [4] OKUDA T., AKIMARU H., SAKAI M.: A Simplified Performance Evaluation for Packetized Voice Systems, *The Transactions of the IEICE*, Vol. E 73, n° 6, Juin 1990.
- [5] LINDBERGER K.: Analytical Methods for the Traffical Problems with Statistical Multiplexing in ATM Networks, *ITC 13*, Copenhagen, 1991.
- [6] YAMADA H., SUMITA S.: A Traffic Measurement Method and its Application for Cell Loss *Probability Estimation in ATM Networks*, *IEEE JSAC*, Vol. 9, n° 3, Avril 1991.
- [7] ANDRADE J., JESÚS MARTINEZ-PASCUA M.: Use of the IDC to characterize LAN traffic, *2nd IFIP Workshop on Performance Modelling and Evaluation of ATM Networks*, Bradford, 4-7 juillet, 1994.
- [8] ERRAMILI A., WILLINGER W.: Fractal Properties in Packet measurement, *in Proceedings of St. Petesburg Regional ITC Seminar*, 1993.
- [9] BERAN J., SHERMAN R., TAQQU M.S., WILLINGER W.: Variable-Bit-Rate Video Traffic and Long-Term Dependence, to appear in *ACM/IEEE Trans. on Networking*.
- [10] ADDIE R.G., ZUKERMAN M., NEAME T.: Fractal Traffic: Measurements, Modelling and Performance Evaluation, *Proceedings of IEEE INFOCOM*, 1995.
- [11] FENDICK K., WHITT W.: Measurements and approximations to describe the offered traffic and predict the average workload in a single-server queue, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 77, n° 1, pages 171-194, 1989.
- [12] MEIER-HELLSTERN K., WIRTH P., YAN Y-L., HOEFLIN D.: Traffic Models for ISDN Data Users: Office Automation Application, *Proceedings of ITC 13*, 1991.
- [13] SRIRAM K., WHITT W.: Characterizing Superposition Arrival Process in Packet Multiplexers for Voice and Data, *IEEE JSAC*, Vol. Sac-4, n° 6, Septembre 1986.
- [14] FONTANA B., GUERRERO A.: Packet Traffic Characterization Arrival Laws and Waiting Times, *ITC 12*, Turin, 1988.
- [15] ANDRADE J., SÁNCHEZ-CAÑABATE M.F., VILLÉN-ALTAMIRANO M.: ATM Cell Traffic Description Based on Queuing Performance, *International Teletraffic Seminar*, Bangkok, 28 novembre - 1er décembre 1995.
- [16] WHITT W.: Approximating a point process by a renewal process: the view through a queue, an indirect approach, *Management Science*, Vol. 27, n° 6, juin 1981.
- [17] GÜN L.: An approximation method for capturing complex traffic behaviour in high-speed networks, *Performance Evaluation* 19, 5-23, (1994).

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Réseau téléphonique et RNIS
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission
Série H	Transmission des signaux autres que téléphoniques
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques et télévisuels
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques, et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophoniques et télévisuels
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Equipements terminaux et protocoles des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Z	Langages de programmation