



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

E.417

(02/2001)

SÉRIE E: EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU,
SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES
SERVICES ET FACTEURS HUMAINS

Gestion de réseau – Gestion du réseau international

**Cadre général de la gestion des réseaux
en mode IP**

Recommandation UIT-T E.417

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE E
**EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU, SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES
SERVICES ET FACTEURS HUMAINS**

EXPLOITATION DES RELATIONS INTERNATIONALES	
Définitions	E.100–E.103
Dispositions de caractère général concernant les Administrations	E.104–E.119
Dispositions de caractère général concernant les usagers	E.120–E.139
Exploitation des relations téléphoniques internationales	E.140–E.159
Plan de numérotage du service téléphonique international	E.160–E.169
Plan d'acheminement international	E.170–E.179
Tonalités utilisées dans les systèmes nationaux de signalisation	E.180–E.189
Plan de numérotage du service téléphonique international	E.190–E.199
Service mobile maritime et service mobile terrestre public	E.200–E.229
DISPOSITIONS OPÉRATIONNELLES RELATIVES À LA TAXATION ET À LA COMPTABILITÉ DANS LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL	
Taxation dans les relations téléphoniques internationales	E.230–E.249
Mesure et enregistrement des durées de conversation aux fins de la comptabilité	E.260–E.269
UTILISATION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL POUR LES APPLICATIONS NON TÉLÉPHONIQUES	
Généralités	E.300–E.319
Phototélégraphie	E.320–E.329
DISPOSITIONS DU RNIS CONCERNANT LES USAGERS	E.330–E.349
PLAN D'ACHEMINEMENT INTERNATIONAL	E.350–E.399
GESTION DE RÉSEAU	
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	
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
Niveau de service	E.540–E.599
Définitions	E.600–E.649
Ingénierie du trafic des réseaux à protocole Internet	E.650–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	
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.

Cadre général de la gestion des réseaux en mode IP

Résumé

La présente Recommandation développe un cadre permettant de prendre en charge et de définir le rôle de gestionnaire de réseaux de télécommunication en mode IP. Ceux-ci font généralement appel à diverses techniques de télécommunication prenant en charge un certain nombre de services multimédias tels que la voix, les données, les images fixes et la vidéo. Ces réseaux en mode IP seront désignés ci-après par le terme de *réseaux mis en convergence*. La présente Recommandation définit les objectifs, les principes et les fonctions dont l'emploi est prévu pour les équipements en mode IP. Pour l'essentiel, la présente Recommandation suggère des moyens de surveillance du trafic. Elle indique également des paramètres permettant de détecter rapidement des conditions anormales d'écoulement du trafic dans les réseaux. Après détection d'une condition anormale, des commandes automatiques et éventuellement manuelles doivent être appliquées temporairement au réseau afin d'atténuer le problème en attendant qu'il soit résolu. Un contrôle fréquent du réseau est également nécessaire après l'application des commandes de gestion de réseau (NM, *network management*) afin de vérifier si la commande atténue le problème et afin de déterminer le moment où il faut la modifier ou la retirer du réseau.

Source

La Recommandation E.417 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 2 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 2 février 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

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.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude 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 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies 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.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2001

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 normatives 1
3	Définitions 2
4	Abréviations 3
5	Introduction 4
6	Objectifs, problèmes et politiques de gestion de réseau 5
6.1	Objectifs de gestion de réseau 5
6.2	Problèmes de gestion de réseau 6
6.2.1	Panne de transmission 6
6.2.2	Panne de nœud de réseau 7
6.2.3	Surcharge de nœud de réseau 7
6.2.4	Surcharge de réseau 7
6.2.5	Perturbations entre services 7
6.2.6	Interconnexion de réseaux 7
6.3	Politiques de gestion de réseau 8
7	Fonctions de gestion de réseau 8
8	Données d'état et de performance du réseau 9
8.1	Etat réseau du trafic en mode IP 9
8.2	Mesures 10
8.2.1	Exemples de mesures au niveau réseau 10
8.2.2	Exemples de mesures au niveau liaison 11
8.2.3	Exemples de mesures au niveau nœud 11
8.3	Alarmes et notifications 11
9	Commandes de gestion de réseau 12
9.1	Commandes fondées sur le transfert d'informations 12
9.2	Commandes fondées sur le routage 13
9.3	Commandes fondées sur l'adresse 13
9.4	Autres commandes NM 13
10	Historique 13

Cadre général de la gestion des réseaux en mode IP

1 Domaine d'application

La présente Recommandation vise à prendre en charge et à définir le rôle de gestionnaire de réseaux de télécommunication en mode IP. Ceux-ci font généralement appel à diverses techniques de télécommunication prenant en charge un certain nombre de services multimédias tels que la voix, les données, les images fixes et la vidéo. Ces réseaux en mode IP seront désignés ci-après par le terme de *réseaux mis en convergence*. La présente Recommandation traite des buts, principes et fonctions de la gestion de réseau (NM, *network management*) à utiliser avec des équipements IP fonctionnant dans de tels réseaux mis en convergence ou dans des réseaux IP spécialisés.

La présente Recommandation développe un cadre de gestion de réseau IP. Elle devra cependant être améliorée au fur et à mesure des progrès de la recherche dans le domaine de la gestion de réseau IP. Pour l'essentiel, la présente Recommandation suggère des moyens de surveillance du trafic. Elle indique également des paramètres permettant de détecter rapidement des conditions anormales d'écoulement du trafic dans les réseaux. Après détection d'une condition anormale, des commandes automatiques et éventuellement manuelles doivent être appliquées temporairement au réseau afin d'atténuer le problème en attendant qu'il soit résolu. Un contrôle fréquent du réseau est également nécessaire après l'application des commandes de gestion de réseau (NM) afin de vérifier si la commande atténue le problème et afin de déterminer le moment où il faut la modifier ou la retirer du réseau.

2 Références normatives

Les Recommandations UIT-T suivantes contiennent des informations pertinentes pouvant servir de base à la présente Recommandation.

- UIT-T E.410 (1998), *Gestion du réseau international – Informations générales*.
- UIT-T E.411 (2000), *Gestion du réseau international – Directives d'exploitation*.
- UIT-T E.412 (1998), *Commandes de gestion de réseau*.
- UIT-T E.413 (1988), *Gestion du réseau international – Planification*.
- UIT-T E.414 (1988), *Gestion du réseau international – Organisation*.
- UIT-T E.415 (1991), *Gestion du réseau international appliquée au système de signalisation n° 7 par canal sémaphore*.
- UIT-T E.416 (2000), *Principes et fonctions de gestion de réseau pour trafic RNIS à large bande*.
- UIT-T E.800 (1994), *Termes et définitions relatifs à la qualité de service et à la qualité de fonctionnement du réseau, y compris la sûreté de fonctionnement*.
- UIT-T H.245 (2000), *Protocole de commande pour communications multimédias*.
- UIT-T H.323 (2000), *Systèmes de communication multimédia en mode paquet*.
- UIT-T I.371 (2000), *Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB*.
- UIT-T I.380 (1999), *Service de communication de données par protocole Internet – Paramètres de performances en matière de transfert de paquets IP et de disponibilité*.

- UIT-T M.3000 (2000), *Aperçu général des Recommandations relatives au réseau de gestion des télécommunications*.

Par ailleurs, d'autres organisations de normalisation comme l'IETF (Internet Engineering Task Force) effectuent des travaux dans des domaines connexes, tels que la qualité de service IP. Il s'agit de ce qui suit:

- IETF RFC 2330 (1998), *Framework for IP Performance Metrics* (Critères de mesure de la qualité IP).
- IETF RFC 2386 (1998), *A Framework for QoS-based Routing in the Internet* (Critères généraux de routage par qualité de service dans l'Internet).

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 appel: association entre au moins deux utilisateurs ou entre un utilisateur et une entité de réseau à l'intérieur d'un réseau de télécommunication afin d'échanger des informations. La communication commence par la procédure d'établissement d'appel et se termine par la procédure de terminaison d'appel.

3.2 classe de service: désignation ou élément de service en mode réseau permettant d'établir une distinction entre divers services ou utilisations de la couche Application dans les couches inférieures des capacités de télécommunication afin de prendre en charge plus efficacement les besoins spécialisés de services spécifiques en termes de performance du réseau.

3.3 mode connexion: transfert d'informations entre deux entités, consistant d'abord à établir un conduit (ou une connexion) pour ce transfert. La communication se déroule selon trois phases bien définies: l'établissement de la connexion, le transfert d'information et la libération de la connexion. L'exemple le plus courant de transfert d'information en mode connexion est une communication téléphonique dans un réseau à commutation de circuits. Autres exemples d'échange d'information en mode connexion: réseaux de type X.25, relais de trames (FR, *frame relay*), protocole de commande de transmission (TCP, *transmission control protocol*) et mode de transfert asynchrone (ATM, *asynchronous transfer mode*).

3.4 mode non connecté: transfert d'information entre deux entités sans établissement préalable d'un conduit (ou d'une connexion) pour ce transfert. Exemples de transport en mode non connecté: protocole Internet (IP, *Internet protocol*) et protocole datagramme d'utilisateur (UDP, *user datagram protocol*).

3.5 réseau mis en convergence: réseau en mode IP qui font généralement appel à diverses techniques de télécommunication pour prendre en charge divers services multimédias tels que voix, données, images fixes et vidéo.

3.6 passerelle: élément de réseau permettant une communication en temps réel entre d'autres éléments de réseau et/ou des équipements des locaux client (CPE, *customer premises equipment*) ayant des protocoles dissemblables. Cet élément assure la communication entre terminaux dans un réseau en mode paquet (comme un réseau IP) et la communication entre terminaux d'un réseau à commutation de circuit.

3.7 liaison: connexion (physique ou virtuelle) de point à point servant à transporter des informations entre deux nœuds. Une liaison peut, par exemple, être une ligne louée ou être implémentée en tant que connexion logique dans un réseau Ethernet, à relais de trames, ATM ou tout autre type de réseau fonctionnant au-dessous de la couche Réseau du modèle d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI, *open systems interconnection*).

3.8 service multimédia: service de télécommunication prenant en charge l'utilisation simultanée de plusieurs types de média (par exemple, voix, données, vidéo).

3.9 qualité de fonctionnement du réseau: qualité d'une partie d'un réseau de télécommunication mesurée entre une paire d'interfaces réseau-utilisateur ou réseau-réseau au moyen de paramètres de qualité définis et observés objectivement.

3.10 qualité de service (QS): "effet global produit par la performance d'un service, qui détermine le degré de satisfaction de l'utilisateur du service" (UIT-T E.800).

3.11 routeur: dans son acception la plus large, tout équipement de communication faisant suivre des informations en mode non connecté. Normalement, les routeurs sont des ordinateurs spécialisés qui fonctionnent dans la couche 3 du modèle de référence OSI et qui réexpédient des informations sur la base d'une adresse de couche 3 ayant une portée à l'échelle du réseau. Par exemple, les routeurs Internet réexpédient les paquets IP sur la base de leurs adresses de destination. Les routeurs fonctionnent sans utiliser de connexions, contrairement aux commutateurs qui doivent en établir.

3.12 commutateur: dispositif interconnectant dynamiquement des liaisons physiques ou virtuelles afin de former une connexion de transfert d'information.

3.13 connexion virtuelle: type de connexion utilisé pour le transfert de données en mode paquet, dans lequel des connexions apparentes sont établies par corrélation appropriée d'adresses de couche Liaison de données.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

APS	commutateur de protection automatique (<i>automatic protection switching</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CPE	équipement des locaux client (<i>customer premises equipment</i>)
FR	relais de trames (<i>frame relay</i>)
IETF	groupe de travail d'ingénierie Internet (<i>Internet engineering task force</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
ISP	fournisseur de service Internet (<i>Internet service provider</i>)
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
NE	élément de réseau (<i>network element</i>)
NM	gestion de réseau (<i>network management</i>)
NTM	gestion du trafic des réseaux (<i>network traffic management</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OSI	interconnexion des systèmes ouverts (<i>open systems interconnection</i>)
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
QS	qualité de service
RGT	réseau de gestion des télécommunications
RNIS-BE	réseau numérique à intégration de services à bande étroite
RNIS-LB	réseau numérique à intégration de services à large bande
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SLA	convention sur le niveau de service (<i>service level agreement</i>)

TCP	protocole de commande de transmission (<i>transmission control protocol</i>)
UDP	protocole datagramme d'utilisateur (<i>user datagram protocol</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>)
URL	localisateur de ressource normalisé (<i>uniform resource locator</i>)
WAN	réseau régional (<i>wide area network</i>)
WDM	multiplexage par répartition en longueur d'onde (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Introduction

La présente Recommandation contient un cadre permettant aux capacités de gestion de réseau indiquées dans l'UIT-T E.410, l'UIT-T E.411 et l'UIT-T E.412 d'être étendues aux services fondés sur le protocole Internet (IP, *Internet protocol*). Elle établit également une orientation de complément d'étude dans l'important domaine de la gestion du trafic des réseaux (NTM, *network traffic management*) pour le protocole IP. L'extension au protocole IP de ces aspects de gestion de réseau implique l'étude des capacités de transfert IP, des diverses classes de qualité de service (QS), des conventions sur le niveau de service (SLA, *service level agreement*) et des procédures automatisées de commande de routage pouvant exister dans les réseaux en mode IP. La présente Recommandation décrit également quelques fonctions de gestion de réseau du réseau en mode IP. Ces fonctions de gestion de réseau IP sont destinées à interfonctionner avec les commandes de trafic et de réduction des encombrements ainsi qu'avec les mesures de trafic et de qualité de fonctionnement qui existent dans les équipements de routage IP afin de conserver une qualité suffisante du réseau en conditions anormales.

De notables différences existent entre réseaux en mode non connecté et réseaux en mode connexion. Pour ces derniers, aussi bien les connexions physiques qui assurent la téléphonie à commutation de circuit que les connexions virtuelles qui assurent d'autres formes de télécommunication en mode paquet (comme le mode de transfert asynchrone (ATM, *asynchronous transfer mode*) et le relais de trames (FR, *frame relay*) forment un conduit de bout en bout qui reste associé à une session de télécommunication (par exemple une communication téléphonique) pendant toute la durée de cette session. Pour les réseaux en mode IP sans connexion, tous les paquets IP associés à une session particulière peuvent être envoyés sans référence à un quelconque conduit de bout en bout de ce type sous-jacent. L'expérience acquise dans la gestion de réseau mis en convergence montre cependant l'opportunité d'établir, au moins dans certains cas, des associations entre les paquets IP concernant une session particulière et un conduit construit au moyen de techniques complémentaires comme le mode ATM, la hiérarchie SDH ou le WDM.

Pour garantir un niveau satisfaisant de performance du réseau, une capacité de gestion de réseau robuste et rapide est recherchée, permettant de détecter rapidement tout problème associé au trafic dans le réseau et d'essayer de le résoudre aussi rapidement que possible. Le rôle des commandes manuelles a été minimisé en raison des caractéristiques spécifiques des réseaux en mode IP, comme les suivantes:

- a) les capacités d'un réseau en mode sans connexion à gérer automatiquement la plupart des situations;
- b) la volatilité des incidents associés aux encombrements et l'intervalle de temps minimal consacré aux interventions humaines;
- c) la complexité des réseaux en mode IP en raison de l'implémentation de diverses catégories de service.

Avant qu'une synthèse définitive des principes et des solutions de gestion de réseau puisse apparaître pour les réseaux en mode IP, de nouvelles informations techniques sont requises concernant la caractérisation de la qualité IP (y compris les incidences des dégradations de qualité sur les services

en mode IP) et concernant les problèmes de gestion des ressources soulevés par l'équipement IP dans un contexte de réseau mis en convergence. C'est pourquoi la présente Recommandation est à bon droit considérée comme constituant un cadre d'orientation des futures recherches dans ce domaine.

6 Objectifs, problèmes et politiques de gestion de réseau

La gestion de réseau traite de la conservation d'une performance adéquate des réseaux dans une diversité de conditions pouvant comporter des charges de trafic exceptionnelles dans certaines portions du réseau, des pannes de système, des délestages d'éléments, etc. Le processus global de gestion de réseau implique l'observation des données correspondantes de trafic et de performance, l'analyse appropriée de ces données et l'implémentation consécutive de commandes appropriées de gestion de réseau. L'efficacité d'un ensemble de commandes de gestion de réseau implémenté est ensuite évaluée sur la base de nouvelles observations des données de trafic et de performance, qui sont alors analysées et utilisées comme base pour la suppression ou la remodification, au besoin, de l'ensemble actuel de commandes de gestion de réseau.

6.1 Objectifs de gestion de réseau

Les applications du protocole IP sont gérées très efficacement dans le cadre des réseaux mis en convergence de voix et données, qui impliquent normalement des nombres importants de types d'équipement aussi bien spécifiquement que non spécifiquement IP. Par exemple, la Figure 1 montre quelques-uns des types d'équipement générique que l'on trouve couramment dans ces réseaux mis en convergence.

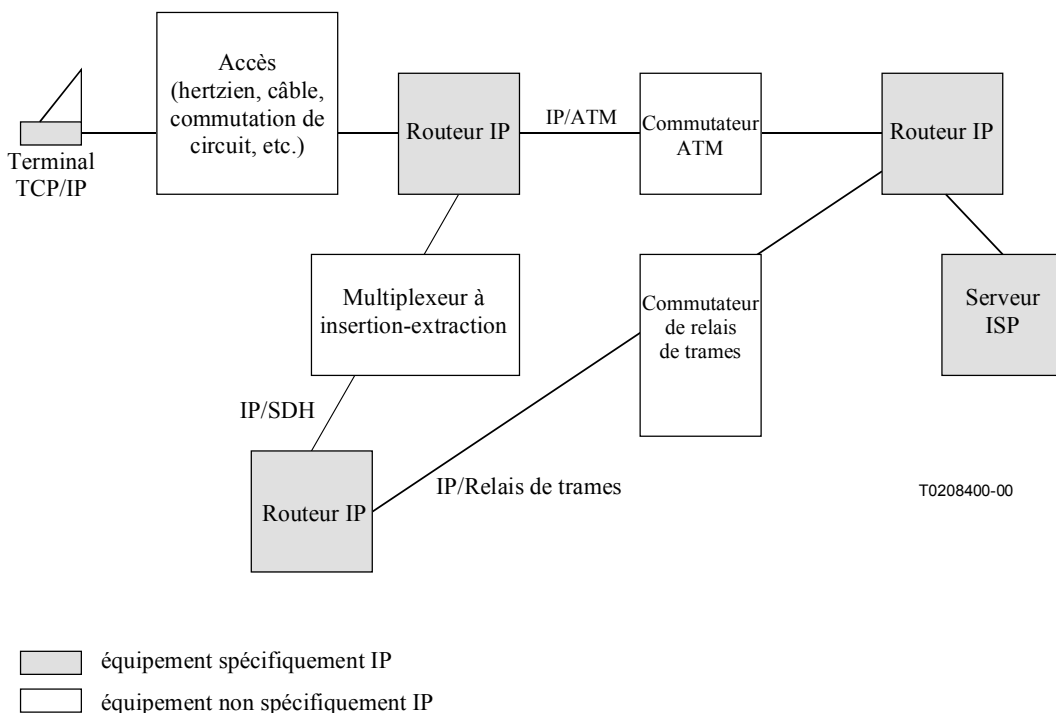


Figure 1/E.417 – Exemple de réseau mis en convergence de voix et données

Les objectifs généraux de gestion de réseau pour la téléphonie à commutation de circuits ont été décrits dans l'UIT-T E.410. Bien qu'ils aient été définis pour la gestion des réseaux internationaux sur la base de la commutation de circuits, ils peuvent être élargis et appliqués à d'autres réseaux. Au prix de quelques modifications et améliorations, ces objectifs restent valides pour les applications IP dans les réseaux mis en convergence. Ils formeront un ensemble amélioré d'objectifs initiaux de gestion de réseau IP. Des études et des expériences complémentaires seront nécessaires pour valider

l'application de ces principes aux réseaux en mode IP. L'ensemble initial d'objectifs de gestion de réseau pour réseaux mis en convergence est décrit ci-dessous:

- utilisation de toutes les ressources de réseau possibles lors du traitement d'un problème de trafic dans le réseau;
- prévention des encombrements de trafic et de leur propagation;
- exploitation efficace sur le plan économique des ressources de réseau par élimination des tentatives ayant une faible probabilité de succès;
- priorité donnée aux tentatives de communication nécessitant le moins de ressources lorsque la charge offerte se rapproche de la capacité limite du réseau.

6.2 Problèmes de gestion de réseau

Il est possible de résoudre les problèmes de gestion de réseau en les détectant automatiquement ou manuellement. Le gestionnaire de réseau peut ensuite prendre les mesures nécessaires pour les résoudre afin de fournir aux clients une qualité de réseau acceptable. Dans un réseau mis en convergence, de telles mesures doivent être prises dans les plus courts délais possibles, par le gestionnaire du réseau ou, de préférence, par un système d'aide logistique. Certains services en mode IP comme la voix sur IP nécessitent une attention particulière à cause de leur basse tolérance au temps de propagation et à ses variations.

Quelques-uns des principaux problèmes de gestion de réseau IP sont décrits ci-dessous.

6.2.1 Panne de transmission

Lorsqu'une panne de transmission se produit (p. ex. si un câble est sectionné ou gravement endommagé), la qualité du réseau peut se dégrader si la panne ne peut pas être rapidement détectée et si un itinéraire de secours ne peut pas être trouvé [p. ex. au moyen du commutateur de protection automatique (APS, *automatic protection switching*)].

L'incidence d'une panne de transmission peut se traduire par différents effets dans les réseaux en mode connexion et en mode non connecté. Le Tableau 1 ci-dessous résume ces effets.

Tableau 1/E.417 – Effets d'une panne de transmission sur les réseaux en mode connexion et en mode non connecté

	Réseaux en mode connexion	Réseaux en mode non connecté
Au moment de la panne	<ul style="list-style-type: none"> • Avec commutation APS, brève interruption jusqu'à rétablissement de la connectivité sur une voie auxiliaire^{a)} • Sans commutation APS, perte des connexions existantes; pas d'incidence sur les nouvelles connexions • Sans commutation APS, possibilité d'encombrement sur les voies auxiliaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune interruption effective car les paquets sont reroutés en contournement de la panne • Possibilité d'encombrement sur la voie auxiliaire
Au moment du rétablissement de la configuration "normale"	<ul style="list-style-type: none"> • Sans commutation APS, brève interruption • Sans commutation APS, pas d'incidence sur les services commutés 	<ul style="list-style-type: none"> • Débordement de tampon en raison de l'arrivée de paquets issus à la fois des voies auxiliaires et des voies normales • Paquets hors séquence
^{a)} Pour une commutation APS dans la couche Physique, l'interruption normale est de l'ordre de quelques dixièmes de millisecondes, sans perte de connexion.		

6.2.2 Panne de nœud de réseau

Il peut se produire qu'un nœud (par exemple, module routeur IP, passerelle, commutateur, etc.) subisse une panne ayant une incidence défavorable sur la performance du réseau. En de telles occurrences, les gestionnaires de réseau ont besoin de connaître en temps quasi réel l'état de disponibilité des nœuds afin d'identifier rapidement les nœuds affectés et de prendre rapidement les mesures appropriées.

6.2.3 Surcharge de nœud de réseau

Un nœud de réseau tel qu'un routeur ou un commutateur peut être surchargé lorsque sa capacité est dépassée par la demande, par exemple pour les raisons suivantes:

- le nœud reçoit plus de paquets IP qu'il ne peut en traiter et en transmettre efficacement (ce qui provoque par exemple des débordements de tampon);
- un commutateur situé dans le réseau en mode IP reçoit plus de demandes d'appel que sa matrice de commutation ne peut en prendre en charge;
- un commutateur reçoit plus de messages de signalisation qu'il ne peut en traiter.

6.2.4 Surcharge de réseau

Le réseau peut être surchargé lorsque sa capacité est dépassée par la demande, par exemple pour les raisons suivantes:

- jours de pointe;
- catastrophes naturelles;
- surcharges focalisées;
- pannes de nœud ou de transmission ayant une incidence étendue.

6.2.5 Perturbations entre services

Dans un réseau mis en convergence, des perturbations peuvent se produire entre différents services se partageant des ressources communes de réseau. Certains de ces services peuvent être de nature critique (par exemple, services d'urgence, services commerciaux et services gouvernementaux) et peuvent nécessiter une attention particulière de la part de la gestion de réseau conformément aux politiques d'une Administration.

6.2.6 Interconnexion de réseaux

L'interconnexion de différents exploitants de réseau et de différentes techniques doit être prise en considération afin de s'assurer qu'une performance suffisante du réseau est obtenue pour toutes les applications en mode IP. Une telle interconnexion peut être réalisée à l'intérieur d'un réseau d'exploitants utilisant des techniques multiples ou entre deux exploitants de réseau.

- A l'intérieur d'un réseau d'exploitant:
les paquets IP peuvent être transportés de bout en bout au moyen de multiples techniques de réseau comme le mode ATM ou les liaisons hertziennes. Il y a lieu que la gestion de réseau coordonne les fonctions NM, les mesures et les actions entre techniques réseau distinctes afin de surveiller et de contrôler l'ensemble du réseau.
- Entre exploitants de réseau:
il y a lieu que des méthodes et procédures NM soient mises au point entre divers exploitants de réseau afin d'assurer la qualité de service adéquate des connexions IP.

6.3 Politiques de gestion de réseau

Sur la base des objectifs et des problèmes de gestion de réseau, un ensemble de politiques NM doit être mis au point. En plus des objectifs NM énumérés au 6.1, les exploitants de réseau individuels peuvent avoir des politiques NM additionnelles pour prendre en charge leurs objectifs commerciaux. Ces politiques peuvent, par exemple, être les suivantes:

- respecter, dans la mesure du possible, les normes de service et de qualité fixées par les organisations de réglementation;
- respecter ses propres objectifs de service et de qualité d'exploitant de réseau;
- respecter les conventions de niveau de service établies avec des clients individuels et d'autres groupes;
- protéger les marges de performance, de stabilité et d'exploitation de l'équipement de réseau;
- minimiser les perturbations mutuelles entre clients, produits ou services.

Les politiques NTM peuvent être déclarées dans un document de politique interne d'entreprise.

7 Fonctions de gestion de réseau

Dans la série d'UIT-T M.3000, l'UIT-T a rangé les domaines fonctionnels pris en charge par le réseau de gestion des télécommunications (RGT) dans les catégories de gestion suivantes: performance, dérangement, configuration, comptabilité et sécurité. La gestion du trafic de réseau est principalement orientée vers la performance et certains dérangements. Les fonctions de gestion de réseau sont les suivantes:

- **surveillance en temps quasi réel de l'état et de la performance**
Cette tâche est fondée sur l'utilisation de mesures relevées périodiquement, d'alarmes (majeures, mineures, critiques) et de notifications produites dès l'apparition d'événements significatifs. Ces informations sont envoyées par les éléments du réseau aux systèmes NM se trouvant dans un centre NM. Les mesures peuvent être utilisées directement ou être traitées par un outil NM afin de fournir des paramètres utiles. Les mesures et paramètres applicables sont énumérés dans le paragraphe 8.
- **détection de conditions anormales**
Cette fonction est assurée par analyse des paramètres collectés et calculés, par exemple, mesures, alarmes, notifications et corrélation avec d'autres données. Des conditions anormales peuvent également être détectées au moyen d'algorithmes statistiques et de procédures de fixation de seuil.
- **recherche et identification de conditions anormales du réseau**
Cette tâche doit donner un diagnostic de la situation, pouvant conduire à une commande corrective (voir paragraphe 9). La condition anormale est habituellement exprimée sous forme d'identificateurs de service ou de trafic avec les caractéristiques de trafic correspondantes.
- **lancement d'actions et/ou de commandes correctives**
Une fois qu'une situation anormale a été détectée et que ses causes ont été identifiées, il y a lieu d'exécuter des actions de régulation du trafic. Ces actions peuvent consister en commandes de contournement d'une portion encombrée ou surchargée du réseau.
- **relation opérationnelle**
Dans un marché de télécommunications toujours plus complexe et plus concurrentiel, il est peu probable qu'un seul exploitant de réseau portera l'entière responsabilité de l'acheminement du trafic de bout en bout. Les exploitants de réseau devront mettre au point et entretenir des relations opérationnelles étroites avec les réseaux, transporteurs ou

exploitants en interconnexion qui acheminent du trafic à destination ou en provenance d'eux-mêmes et de leurs clients.

Il est sans doute utile de comprendre les types d'interaction qui sont requis afin d'établir de telles relations, en examinant les interactions qui font partie intégrante des opérations internationales ou des opérations inter-transporteurs dans les marchés concurrentiels. Les trois points ci-dessous soulignent cette importance:

– **actions de coopération et de coordination avec d'autres centres NM**

Différentes applications (p. ex. le service téléphonique) peuvent avoir des centres NM distincts. La coopération entre ces centres peut être nécessaire afin d'atteindre un objectif de qualité de réseau à l'échelle du monde, d'une région ou d'un client;

– **coopération et coordination avec d'autres domaines d'exploitation**

Comme dans le RTPC, les informations provenant de la surveillance et de la maintenance des équipements sont importantes. Etant donné que les paquets IP peuvent, dans un réseau mis en convergence, traverser d'autres réseaux, en mode ATM par exemple, une coopération étroite doit être établie entre tous les centres d'exploitation;

– **coopération et coordination avec d'autres exploitants de réseau**

Les paquets IP peuvent passer d'un réseau d'exploitant à un autre. La coopération et la coordination entre exploitants de réseau renforcera la prise en charge des services en mode IP par la gestion de réseau.

• **Envoi de rapports sur les activités de gestion du trafic de réseau**

Comme dans le RTPC, ces rapports sont importants pour les gestionnaires, pour les formateurs et pour les planificateurs d'améliorations de la qualité du réseau.

• **Etablissement d'une planification anticipée pour des situations de réseau connues ou prévisibles**

Cette planification doit tenir compte de l'incidence d'événements anormaux ou spéciaux sur les flux de trafic réseau. Elle doit également tenir compte des exigences de catégories particulières de service et de trafic.

La série d'UIT-T M.3000 sur le RGT offre un cadre d'étude des fonctions décrites ci-dessus.

8 Données d'état et de performance du réseau

Des données d'état et de performance du réseau sont requises afin d'établir une base rationnelle permettant d'orienter l'application des actions de gestion de réseau (p. ex. application de commandes et consultation d'autres centres) et afin de pouvoir évaluer l'efficacité de commandes de gestion de réseau déjà appliquées.

8.1 Etat réseau du trafic en mode IP

Un gestionnaire de trafic réseau peut être directement engagé dans l'atténuation des effets de défaillances, d'erreurs ou d'événements externes comme les appels en masse, qui se répercutent sur la charge de trafic et sur son schéma d'écoulement. Il est souhaitable que la plupart des problèmes relatifs au trafic dans le réseau soient détectés et résolus automatiquement. Les gestionnaires de trafic réseau doivent cependant être informés de telles actions automatiques et devraient être en mesure d'intervenir et de modifier ou neutraliser les commandes.

La surveillance du réseau est une des principales tâches qui doivent être effectuées par la gestion de réseau en temps quasi réel afin de respecter et de protéger la performance du réseau. Au fur et à mesure que le réseau est amélioré et qu'un plus grand nombre de services y sont pris en charge, la nécessité d'une acquisition et d'une analyse des données en temps réel prend de l'importance. Il y a lieu de minimiser le temps nécessaire pour acheminer les données jusqu'aux systèmes NM et il faut

trouver un compromis entre la signalisation immédiate de chaque paquet perdu et l'intégration des données de perte de paquet sur un intervalle de mesure choisi de façon à donner une estimation statistiquement significative de la performance. Des recherches sont à effectuer au sujet de la corrélation temporelle dans les flux de paquets et ses incidences sur les intervalles de mesure optimaux pour la qualité en terme de perte de paquets. En général, cette fonction de surveillance doit fournir aux gestionnaires de trafic réseau l'état opérationnel actuel du réseau et de ses composants, la charge de trafic et la qualité qui en résulte.

Les commandes NM (voir paragraphe 9) doivent aussi être revues par les gestionnaires de trafic réseau en fonction des données d'état actuel du réseau afin de détecter si le problème a disparu ou si sa gravité a diminué. Sur la base d'une telle revue, un gestionnaire de trafic réseau peut déterminer s'il y a lieu de conserver, de modifier ou de supprimer des commandes NM déjà appliquées. Les gestionnaires de trafic réseau doivent aussi revoir la durée des commandes. Il faut aussi examiner la proportion de trafic affecté afin de vérifier que le trafic est correctement régulé.

8.2 Mesures

Diverses données doivent être collectées ou calculées afin de détecter et d'isoler un problème. Ces données peuvent, par exemple, provenir directement d'éléments de réseau ou de systèmes de mesure indépendants. Ces mesures peuvent aider les gestionnaires de trafic réseau à réguler le trafic et à sauvegarder la performance du réseau ainsi que les conventions sur le niveau de service.

Les mesures ont été rangées dans le présent paragraphe en trois domaines différents: le *niveau réseau*, le *niveau liaison* et le *niveau nœud*.

8.2.1 Exemples de mesures au niveau réseau

Les mesures de niveau réseau donnent des informations sur la santé du réseau. Quelques exemples de ces mesures sont donnés ci-dessous (NOTE – L'intervalle de mesure doit être défini pour ce qui suit):

nombre de tentatives d'appel: nombre total de tentatives d'appel adressées au réseau pendant l'intervalle de mesure;

nombre d'appels acceptés: nombre de tentatives d'appel établies normalement par le réseau au cours de l'intervalle de mesure;

nombre d'appels défectueux: nombre de tentatives d'appel non établies normalement par le réseau au cours de l'intervalle de mesure. Les appels peuvent échouer en raison de ressources limitées ou pour toute autre raison;

taux d'utilisation: mesure de l'intensité d'appels, de paquets ou d'octets émis dans le réseau;

nombre moyen de paquets: paramètre indiquant le nombre moyen de paquets entrant dans le réseau au cours de l'intervalle de mesure;

nombre de paquets en entrée (IPC, ingress packet count): nombre total de paquets arrivant dans le réseau au cours de l'intervalle de mesure;

nombre de paquets en sortie (EPC, egress packet count): nombre total de paquets partant du réseau au cours de l'intervalle de mesure;

temps moyen de traversée du réseau: différence moyenne entre le moment où un paquet arrive dans un réseau et le moment où il en part;

variation du temps de traversée du réseau: mesure de la variation du temps de traversée du réseau.

L'on s'attend que les mesures indiquées dans la présente Recommandation cadre seront étendues sur la base de compléments de recherche et d'expérience acquise en exploitation.

8.2.2 Exemples de mesures au niveau liaison

Les mesures au niveau liaison donnent des informations sur les activités intermodales. Le fait de disposer de tels paramètres permet à la gestion-réseau d'isoler un éventuel problème du nœud ou de la liaison dont les paramètres sont anormaux. Quelques exemples de ces mesures sont donnés ci-dessous. (NOTE – L'intervalle de mesure doit être défini pour ce qui suit).

nombre de tentatives d'appel: nombre total de tentatives d'appel effectuées sur une liaison pendant l'intervalle de mesure;

nombre d'appels acceptés: nombre de tentatives d'appel établies par le réseau sur une liaison au cours de l'intervalle de mesure;

nombre d'appels défectueux: nombre de tentatives d'appel non établies par le réseau sur une liaison au cours de l'intervalle de mesure. Les raisons pour lesquelles des tentatives d'appel ne peuvent pas être établies sur une liaison donnée sont des défaillances, des débordements ou d'autres raisons;

taux d'utilisation: mesure de l'intensité d'appels, de paquets ou d'octets émis sur une liaison.

D'autres mesures seront définies au fur et à mesure du développement du présent cadre.

8.2.3 Exemples de mesures au niveau nœud

Les mesures au niveau nœud caractérisent le trafic et la performance du point de vue d'un nœud spécifique du réseau (comme un commutateur ou un routeur). Quelques exemples de ces mesures sont donnés ci-dessous (NOTE – L'intervalle de mesure doit être défini pour ce qui suit):

nombre de tentatives d'appel: nombre total de tentatives d'appel traitées par un nœud pendant l'intervalle de mesure;

nombre d'appels acceptés: nombre de tentatives d'appel établies normalement par un nœud au cours de l'intervalle de mesure;

nombre d'appels défectueux: nombre de tentatives d'appel non établies normalement par un nœud au cours de l'intervalle de mesure;

taux d'utilisation: mesure de l'intensité d'appels, de paquets ou d'octets traités par un nœud;

nombre de paquets en entrée (IPC): nombre total de paquets arrivant dans le commutateur ou dans le routeur au cours de l'intervalle de mesure;

nombre de paquets en sortie (EPC): nombre total de paquets partant du commutateur ou du routeur au cours de l'intervalle de mesure;

pourcentage de perte de paquets: $[1 - (EPC/IPC)] \times 100$

temps moyen de traversée du réseau: différence moyenne entre le moment où un paquet arrive dans un commutateur ou routeur et le moment où il en part.

D'autres mesures seront définies au fur et à mesure du développement du présent cadre.

8.3 Alarmes et notifications

Une notification indique un changement d'état du réseau ou de certains de ses éléments. Les alarmes sont un sous-ensemble des notifications et indiquent des conditions anormales du réseau. Certaines alarmes sont produites lors de la violation d'une condition préétablie. Par exemple, un seuil préétabli peut être atteint, auquel cas une alarme signalera au gestionnaire du réseau cette condition anormale. Ces alarmes doivent être envoyées au centre de gestion-réseau au fur et à mesure des événements. Exemples des conditions dans lesquelles une alarme peut être produite:

- lorsque l'élément de réseau est en état d'encombrement ou de surcharge;
- lorsque l'élément de réseau n'est plus en état d'encombrement ou de surcharge;

- lorsqu'une défaillance est détectée dans l'élément de réseau (nœud ou liaison);
- lorsque la défaillance d'un élément de réseau est relevée.

9 Commandes de gestion de réseau

Pour résoudre les problèmes de gestion de réseau relatifs aux équipements traitant des paquets IP dans un réseau mis en convergence, un gestionnaire de réseau doit être en mesure d'appliquer les commandes NM appropriées, si elles ne le sont pas automatiquement auquel cas le gestionnaire de réseau doit avoir la possibilité de les supprimer ou de les modifier manuellement. Ce n'est réalisable que si les outils appropriés sont intégrés dans le réseau ou sont à la disposition des gestionnaires de trafic réseau. Ces outils peuvent être utilisés pour, par exemple, régler des paramètres, rerouter le trafic, bloquer du trafic ou fixer des seuils.

Les Recommandations UIT-T s'appliquent aux commandes NM pour divers réseaux – par exemple UIT-T E.412 pour les RNIS-BE et UIT-T I.371 pour les RNIS-LB. Il faudrait un ensemble comparable de commandes NM pour les réseaux en mode IP. On décrira ci-après quelques considérations et rappels concernant la mise au point de commandes NM pour réseaux en mode IP.

Le concept de gestion-réseau traditionnel, consistant à appliquer les commandes aussi près que possible de l'origine, vaut également pour les réseaux en mode IP. Cela peut impliquer d'appliquer des commandes dans un réseau d'accès afin de protéger un réseau IP aval, par blocage ou réacheminement du trafic avant que celui-ci pénètre dans le réseau IP.

Une importante classe de commandes NM pour le RTPC comprend les altérations apportées aux procédures de routage normal des appels. Ces commandes sont fondées sur une connaissance approfondie des méthodes sous-jacentes de routage des appels RTPC dans les conditions normales. Alors que l'UIT-T I.371 vise les commandes pour réseaux en mode ATM, celles-ci n'ont pas été normalisées pour les réseaux en mode IP.

Il est probable que l'élaboration de commandes NM appropriées pour réseaux mis en convergence constituera une extension de celles qui, issues du RTPC, sont fondées sur l'adresse de destination (par exemple, blocage d'indicatif et espacement des appels) et sont ici rangées dans la catégorie des commandes fondées sur l'adresse.

Le processus d'élaboration de telles commandes NM est le suivant:

- a) caractérisation adéquate de la qualité associée au mode IP (voir paragraphe 8);
- b) prise de conscience approfondie des problèmes de gestion de ressources posés aux équipements IP dans un environnement de réseau mis en convergence;
- c) construction d'une synthèse des objectifs et principes NM (voir paragraphes 6 et 7) ainsi que des solutions fondées sur une telle caractérisation de la qualité et sur une telle prise de conscience approfondie des problèmes.

Quelques exemples de commandes NM possibles seront examinés ci-après.

9.1 Commandes fondées sur le transfert d'informations

Un ensemble de commandes au niveau transfert d'informations est nécessaire pour l'activation automatique par les éléments de réseau appropriés traitant des paquets IP dans un réseau mis en convergence. Il est à noter que l'UIT-T I.371 fournit de telles commandes pour l'équipement ATM.

Il est possible que des recherches complémentaires et l'expérience acquise en exploitation permettent d'établir une base pour modifier la présente Recommandation et définir des commandes fondées sur le transfert d'informations IP prenant mieux en charge la gestion des réseaux mis en convergence.

9.2 Commandes fondées sur le routage

Les commandes NM qui modifient les procédures normales de routage d'appel en réponse à des encombrements ou à des charges de trafic atypiques peuvent constituer des outils précieux pour la gestion des réseaux. Ces commandes ont été normalisées pour les réseaux à commutation de circuits. Si l'on envisage d'exploiter des équipements traitant des paquets IP dans un réseau mis en convergence, il est possible d'exploiter les commandes fondées sur le routage dans des commutateurs de circuits afin de modifier le routage d'au moins certains trafics de paquets IP et de répondre ainsi aux besoins de gestion du réseau.

Il est généralement utile d'envisager des commandes NM expansives et restrictives, fondées sur des altérations temporaires des procédures normales de routage.

9.3 Commandes fondées sur l'adresse

Les commandes NM restrictives peuvent être fondées sur l'adresse de destination et/ou d'origine (p. ex. URL, adresse IP, adresse de sous-réseau, adresse E.164 et adresse de courrier électronique). Exemples de commandes NM fondées sur l'adresse de destination à partir des réseaux à commutation de circuits: commande de blocage sur indicatif et commande d'espacement d'appels. Ces commandes se sont révélées efficaces et sélectives lors de la gestion de surcharges focalisées dans des réseaux à commutation de circuits. Une commande fondée sur l'adresse doit limiter l'intensité du trafic réexpédié vers une adresse de destination spécifiée ou vers un ensemble d'adresses de destination spécifiées. Il est également possible de spécifier une adresse d'origine ou un ensemble d'adresses d'origine afin d'apporter un complément de sélectivité.

9.4 Autres commandes NM

Etant donné que l'exploitation d'équipements traitant les paquets IP dans les réseaux mis en convergence est relativement nouvelle, il est probable que d'autres commandes NM pourront être identifiées ultérieurement. Elles feront alors l'objet d'un complément d'étude.

10 Historique

C'est la première version de la Rec. UIT-T E.417.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication