



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

E.490.1

(01/2003)

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

Ingénierie du trafic – Mesure et enregistrement du trafic

**Aperçu général des Recommandations relatives
à l'ingénierie du trafic**

Recommandation UIT-T E.490.1

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.

Recommandation UIT-T E.490.1

Aperçu général des Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic

Résumé

La présente Recommandation fournit un aperçu général des Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic, en particulier les Recommandations E.490 à E.799, qui constituent l'essentiel des Recommandations de l'UIT-T relatives à l'ingénierie du trafic.

La présente Recommandation indique les quatre principales tâches de l'ingénierie du trafic, établit un classement des Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic selon la tâche auxquelles elles se rapportent, fournit un bref aperçu général de chaque Recommandation et enfin, décrit les relations entre elles. Elle a pour objet de servir d'introduction aux praticiens qui souhaitent appliquer les Recommandations de l'UIT-T relatives à l'ingénierie du trafic.

Source

La Recommandation E.490.1 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 2 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 13 janvier 2003 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Historique

Première parution de la Rec. UIT-T E.490.1.

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 2003

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions 1
4	Abréviations..... 1
5	Principales tâches de l'ingénierie du trafic 2
6	Caractérisation de la demande de trafic..... 3
6.1	Modélisation du trafic..... 4
6.2	Mesures du trafic 5
6.3	Prévision du trafic..... 7
7	Objectifs de niveau de service 8
8	Régulation du trafic et dimensionnement..... 13
8.1	Réseaux à commutation de circuits 15
8.2	Réseaux à commutation de paquets..... 17
8.3	Réseaux structurés de signalisation et du Réseau intelligent 19
9	Contrôle de la performance 20
10	Autres Recommandations..... 21

Recommandation UIT-T E.490.1

Aperçu général des Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic

1 Domaine d'application

La présente Recommandation fournit un aperçu général des Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic, en particulier les Recommandations E.490 à E.799, qui constituent l'essentiel des Recommandations de l'UIT-T relatives à l'ingénierie du trafic. Elle a pour objet de servir d'introduction aux praticiens qui souhaitent appliquer les Recommandations de l'UIT-T relatives à l'ingénierie du trafic.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document dans la présente Recommandation ne lui confère pas, en tant que document autonome, le statut de Recommandation.

Toutes les Recommandations de la série E dont les numéros sont compris entre 490 et 799 sont citées dans la présente Recommandation. Elles sont énumérées dans les Tableaux 1 à 7 et 9 à 12.

3 Définitions

Les termes utilisés dans ces Recommandations sont conformes aux définitions données dans les Recommandations ayant trait à l'ingénierie du trafic, en particulier à celles qui sont fournies dans la Rec. UIT-T E.600 intitulée "Termes et définitions relatifs à l'ingénierie du trafic".

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ANM	message de réponse (<i>answer message</i>)
ARIMA	autorégression à moyenne glissante intégrée (<i>autoregressive integrated moving average</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CAC	contrôle d'admission de connexion
DCME	équipement de multiplication de circuits numériques (<i>digital circuit multiplication equipment</i>)
GoS	niveau de service (<i>grade of service</i>)
HFC	système hybride optique coaxial (<i>hybrid fiber-coaxial</i>)
IAM	message initial d'adresse (<i>initial address message</i>)
IP	protocole IP (<i>Internet protocol</i>)
NP	performance du réseau (<i>network performance</i>)
QS	qualité de service

RI	Réseau intelligent
RLC	réseau des locaux du client
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RNIS-BE	RNIS à bande étroite
RNIS-LB	RNIS à large bande
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SS n° 7	système de signalisation n° 7
STP	point de transfert sémaphore (<i>signal transfert point</i>)
TPU	télécommunications personnelles universelles
YRV	valeur représentative annuelle (<i>yearly representative value</i>)

5 Principales tâches de l'ingénierie du trafic

Il est possible de classer les Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic en fonction des quatre principales tâches à effectuer dans ce domaine:

- caractérisation de la demande de trafic;
- objectifs de niveau de service (*GoS, grade of service*);
- régulation du trafic et dimensionnement;
- contrôle de la performance.

Les relations d'interdépendance entre ces quatre tâches sont illustrées sur le schéma de la Figure 1. Les tâches initiales de l'ingénierie du trafic consistent à caractériser la demande de trafic et à spécifier les objectifs de GoS (ou de performance). Les résultats de ces deux tâches interviennent dans les ressources de dimensionnement du réseau et la spécification de la régulation du trafic. Enfin, il faut procéder à un contrôle de la performance pour déterminer si les objectifs de GoS ont été atteints, tâche qui constitue un contrôle additionnel de l'ensemble du processus.

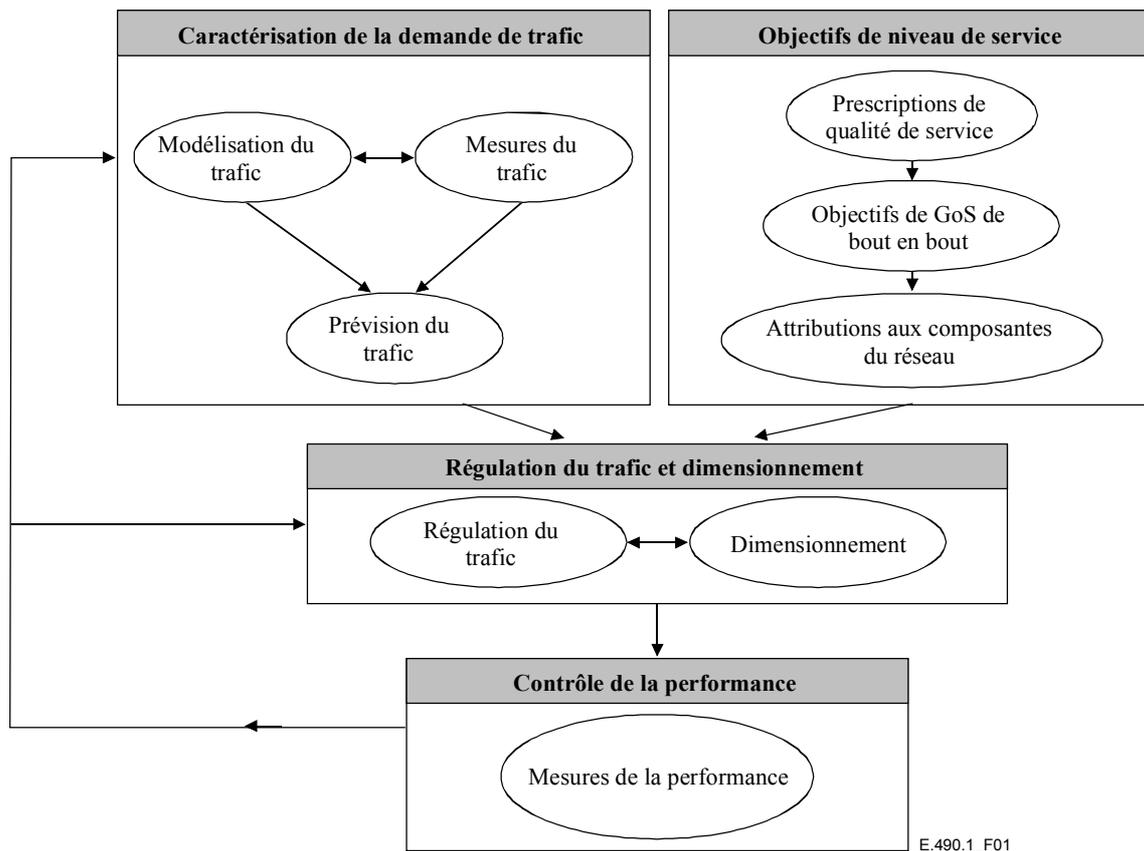


Figure 1/E.490.1 – Tâches de l'ingénierie du trafic

Les quatre tâches susmentionnées sont décrites dans les § 6, 7, 8 et 9. Chaque paragraphe présente un aperçu général des différentes tâches et résume les Recommandations qui y sont associées. De plus, le § 10 contient un résumé de quelques Recommandations supplémentaires dont le domaine d'application ne correspond pas aux points indiqués dans le classement établi dans la présente Recommandation.

6 Caractérisation de la demande de trafic

Pour caractériser le trafic on utilise des modèles qui établissent une approximation du comportement statistique du trafic du réseau dans une grande population d'utilisateurs. Les modèles de trafic adoptent des hypothèses simplifiées se rapportant aux processus complexes du trafic. A l'aide de ces modèles, la demande de trafic est caractérisée par un ensemble limité de paramètres (moyenne, variance, indice de dispersion des valeurs comptées, etc.). La modélisation du trafic consiste essentiellement à rechercher les hypothèses simplifiées possibles et à déterminer les différents paramètres applicables du point de vue de l'incidence de la demande de trafic sur la performance du réseau.

Des mesures du trafic sont effectuées en vue de valider ces modèles qui sont modifiés en cas de besoin. Toutefois, comme ils n'exigent pas de modifications fréquentes, les mesures du trafic servent généralement à évaluer les valeurs affectées aux paramètres définis dans les modèles du trafic pour chaque segment du réseau et pour chaque période de temps considérée.

Pour compléter à la fois la modélisation du trafic et les mesures du trafic, il faut aussi recourir à la prévision du trafic car, pour les besoins de la planification et du dimensionnement, il ne suffit pas de caractériser la demande de trafic actuelle, mais il est en revanche impératif de prévoir la demande de trafic pour la durée envisagée dans le processus de planification.

Par conséquent, les Recommandations traitent de ces trois aspects de la caractérisation du trafic que sont la modélisation, les mesures et la prévision du trafic.

6.1 Modélisation du trafic

Les Recommandations relatives à la modélisation du trafic sont énumérées dans le Tableau 1. Il n'existe pas de Recommandations spécifiques sur la modélisation du trafic pour le réseau téléphonique classique à commutation de circuits. Le seul service assuré par ce réseau est la téléphonie, pour autant que les autres services, comme la télécopie, n'exercent pas d'influence déterminante sur la demande totale de trafic. Chaque appel s'appuie sur une connexion symétrique bidirectionnelle point à point de 64 kbit/s. Le trafic est caractérisé par un taux d'appel et par un temps d'occupation moyen à chaque paire origine-destination. Les seules hypothèses nécessaires sont le processus d'arrivée des appels selon la loi de Poisson (pour les voies de premier choix) et la distribution exponentielle négative de la durée des appels. Ces hypothèses sont expliquées dans les Recommandations relatives au dimensionnement.

Tableau 1/E.490.1 – Recommandations relatives à la modélisation du trafic

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.711	10/92	Modélisation de la demande de l'utilisateur
E.712	10/92	Modélisation du trafic du plan d'utilisateur
E.713	10/92	Modélisation de trafic du plan de commande
E.716	10/96	Modélisation de la demande utilisateur dans le RNIS à large bande
E.760	03/00	Modélisation du trafic des terminaux mobiles

Le problème s'avère beaucoup plus complexe dans les réseaux RNIS-BE et RNIS-LB ainsi que dans le réseau IP. En effet, il existe une variété beaucoup plus grande de services dont chacun a des caractéristiques différentes, mais aussi des schémas d'appel et des prescriptions de qualité de service différents. Les **Recommandations UIT-T E.711 et E.716** expliquent que respectivement dans le RNIS-BE et dans le RNIS-LB, une demande d'appel doit être définie par un ensemble de caractéristiques de la connexion (ou attributs d'appel) et par une structure d'appel.

Exemples de caractéristiques de la connexion: mode de transfert d'information (à commutation de circuits ou à commutation de paquets), configuration de la communication (point à point, multipoint et diffusion), débit de transfert, symétrie (symétrique unidirectionnel ou bidirectionnel ou encore asymétrique bidirectionnel), prescriptions de qualité de service, etc.

La structure d'appel est définie en termes de séquence d'événements survenus au moment de l'appel et de durées écoulées entre ces événements. Elle est décrite par une série de variables du trafic qui sont exprimées en tant que variables statistiques, c'est-à-dire comme moments ou quantiles de distribution de variables aléatoires indiquant le nombre d'événements ou de durées entre les événements. Les variables du trafic peuvent être classées en variables de trafic au niveau de la communication (ou au niveau de la connexion) et au niveau du paquet (ou au niveau de la transaction ou encore des cellules pour ce qui est de l'ATM).

Les variables de trafic au niveau de la communication se rapportent aux événements qui se produisent au cours des phases d'établissement et de libération de la communication. Exemples: nombre moyen de nouvelles tentatives en cas de non-aboutissement et temps d'occupation moyen de l'appel.

Les variables de trafic au niveau du paquet se rapportent aux événements qui se produisent au cours de la phase de transfert de l'information et décrivent le processus d'arrivée des paquets ainsi que la longueur du paquet. La Rec. UIT-T E.716 décrit un certain nombre de méthodes différentes permettant de définir les variables de trafic au niveau du paquet.

Dès que chaque type d'appel a été modélisé, la demande d'utilisateur est caractérisée, conformément aux Recommandations UIT-T E.711 et E.716, par le processus d'arrivée des appels de chaque type. D'après la caractérisation de la demande d'utilisateur établie dans les Recommandations UIT-T E.711 et E.716, les **Recommandations UIT-T E.712 et E.713** expliquent la façon de modéliser le trafic offert à un groupe de ressources, respectivement, dans le plan d'utilisateur et dans le plan de commande.

Enfin, la **Rec. UIT-T E.760** traite du problème de la modélisation du trafic dans les réseaux mobiles où la demande de trafic par utilisateur est aléatoire tout comme le nombre d'utilisateurs desservis à chaque instant par une station de base ou par un central local. Cette Recommandation indique des méthodes pour estimer la demande de trafic dans la zone de couverture de chaque station de base ainsi que des modèles de la mobilité pour estimer le taux de transfert entre les cellules ainsi que le taux d'actualisation de la position.

6.2 Mesures du trafic

Les Recommandations relatives aux mesures du trafic sont énumérées dans le Tableau 2. Comme cela est indiqué dans le tableau, bon nombre d'entre elles portent à la fois sur les mesures du trafic et sur les mesures de la performance. On peut ainsi distinguer les Recommandations qui traitent des aspects généraux et des aspects relatifs à l'exploitation (E.490, E.491, E.502 et E.503), celles qui ont trait aux aspects techniques (E.500 et E.501) et enfin, celles qui énoncent les prescriptions de mesure pour tel ou tel réseau précis (E.502, E.505 et E.745). La Rec. UIT-T E.743 se rapporte à ces dernières Recommandations UIT-T, en particulier à la Rec. UIT-T E.505.

Les Recommandations qui traitent des aspects généraux et des aspects relatifs à l'exploitation seront examinées en premier. La **Rec. UIT-T E.490** est une introduction à la série de textes qui concernent les mesures du trafic et de la performance. Elle contient une étude de toutes ces Recommandations et explique l'utilisation des mesures pour le court terme (actions de gestion du trafic du réseau), le moyen terme (maintenance et reconfiguration) et le long terme (prolongements du réseau).

Tableau 2/E.490.1 – Recommandations relatives aux mesures du trafic

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.490*	06/92	Mesures et évaluation du trafic – Description générale
E.491	05/97	Mesure du trafic par destination
E.500	11/98	Principes de mesure de l'intensité du trafic
E.501	05/97	Estimation du trafic offert sur le réseau
E.502*	02/01	Spécifications des mesures de trafic relatives aux commutateurs numériques de télécommunication
E.503*	06/92	Analyse des données des mesures de trafic
E.504*	11/88	Gestion des mesures de trafic
E.505*	06/92	Mesures de la qualité de fonctionnement du réseau de signalisation par canal sémaphore
E.743	04/95	Mesures du trafic à des fins de dimensionnement et de planification dans le système de signalisation n° 7
E.745*	03/00	Spécifications des mesures au niveau des cellules pour le RNIS-LB
* Ces Recommandations se rapportent à la fois aux mesures du trafic et aux mesures de la performance.		

La **Rec. UIT-T E.491** signale qu'il est utile de procéder à des mesures du trafic par destination pour les besoins de la planification du réseau et décrit deux méthodes complémentaires pour y parvenir: les mesures à partir de registres de communications et les mesures directes de la destination.

La **Rec. UIT-T E.504** décrit les procédures d'exploitation nécessaires pour effectuer les mesures, à savoir: les tâches devant être exécutées par l'opérateur (c'est-à-dire définir l'acheminement et la chronologie des résultats de mesure) et les fonctions devant être assurées par le système prenant en charge l'interface homme-machine.

Une fois que les mesures sont effectuées, il faut les analyser. La **Rec. UIT-T E.503** présente un aperçu général des applications potentielles des mesures et décrit les procédures d'exploitation nécessaires pour l'analyse.

Les Recommandations UIT-T E.500 et E.501 qui traitent des aspects techniques généraux vont être maintenant abordées. La **Rec. UIT-T E.500** énonce les principes de mesure de l'intensité du trafic. Le concept traditionnel d'heure chargée, qui était utilisé dans les réseaux téléphoniques, ne peut être appliqué aux réseaux multiservices modernes. Par conséquent, la Rec. UIT-T E.500 indique les critères permettant de choisir la longueur de la période d'observation pour chaque application. Ces critères peuvent être résumés comme suit:

- a) la période d'observation doit être suffisamment longue pour que l'on obtienne des mesures fiables: l'intensité moyenne du trafic pendant un intervalle de temps (t_1, t_2) peut être considérée comme étant une variable aléatoire avec une valeur prévue A . L'intensité du trafic mesurée $A(t_1, t_2)$ est un échantillon de cette variable aléatoire. A mesure que l'intervalle t_2-t_1 augmente, $A(t_1, t_2)$ converge vers A . Ainsi, la période d'observation t_2-t_1 doit être suffisamment longue pour que $A(t_1, t_2)$ se trouve à l'intérieur d'un intervalle de confiance étroit autour de A .

Par ailleurs, si l'on choisit des périodes d'observation longues c'est parce qu'il n'est peut-être pas utile de prévoir des ressources pour de très brefs intervalles de trafic de pointe;

- b) la période d'observation doit être suffisamment courte pour que l'intensité du trafic soit pratiquement stationnaire pendant la période considérée, c'est-à-dire que l'on puisse établir une approximation de l'intensité réelle du trafic par un modèle stationnaire de l'intensité du trafic. Il convient de noter que dans le cas du trafic en rafale, si on utilise un modèle de trafic simple (par exemple, loi de Poisson), l'application du critère b) peut conduire à une période d'observation excessivement courte incompatible avec le critère a). En pareils cas, il convient d'utiliser d'autres modèles pour obtenir une période d'observation plus longue.

La Rec. UIT-T E.500 fournit également des indications sur la façon d'obtenir l'intensité maximale du trafic de la journée pendant des périodes d'observation mesurées. On y trouve la méthode permettant de calculer les intensités de trafic correspondant à une *charge normale* ou à une *charge élevée* pour chaque mois et, à partir de ces mesures, les valeurs représentatives annuelles (YRV, *yearly representative values*) correspondant à une *charge normale* et à une *charge élevée*.

Sachant que le trafic offert est nécessaire pour le dimensionnement alors que les mesures permettent uniquement d'obtenir des valeurs du trafic acheminé, la **Rec. UIT-T E.501** expose des méthodes visant à estimer le trafic offert à un faisceau de circuits ainsi que la demande de trafic par origine-destination, en fonction des mesures des faisceaux de circuits. S'agissant du trafic offert à un faisceau de circuits, la Recommandation décrit à la fois le cas d'un faisceau d'acheminement unique et la disposition du réseau pour faisceau débordant et faisceau final. Dans l'estimation il est tenu compte du phénomène des tentatives de répétition d'appel. Bien que la Recommandation traite uniquement des réseaux à commutation de paquets avec une seule connexion, certaines méthodes préconisées peuvent être appliquées à d'autres types de réseau. De surcroît, même si le problème peut s'avérer beaucoup plus complexe dans les réseaux multiservices, les commutateurs évolués permettent en général d'effectuer d'autres mesures en plus de celles du trafic des faisceaux de circuits. Il s'agit des mesures suivantes: nombre total de tentatives d'appel, de tentatives d'appel bloqué ou de tentatives d'appel réussi par service et par origine-destination, qui peuvent aider à estimer le trafic offert.

Le troisième groupe de Recommandations relatives aux mesures comprend les **Recommandations UIT-T E.502, E.505 et E.745** qui donnent les spécifications des mesures du trafic et de la performance dans les commutateurs du RTPC et du RNIS-BE (E.502), dans les commutateurs du RNIS-LB (E.745) ainsi que dans les nœuds des réseaux de signalisation par canal sémaphore (E.505).

Enfin, la **Rec. UIT-T E.743** complète la Rec. UIT-T E.505. Elle définit le sous-ensemble de mesures spécifiées dans la Rec. UIT-T E.505 qui sont utiles pour le dimensionnement et la planification dans le réseau de signalisation par canal sémaphore. De plus, elle explique comment calculer les données nécessaires à ces fins à partir des mesures effectuées.

6.3 Prévision du trafic

La prévision du trafic est nécessaire à la fois pour les études stratégiques (par exemple: décision concernant la mise en œuvre d'un nouveau service) et pour la planification du réseau, c'est-à-dire planification des investissements en matière d'équipement et de la fourniture des circuits. Les Recommandations relatives à la prévision du trafic sont énumérées dans le Tableau 3. Bien que le titre des deux premières Recommandations fasse référence au trafic international, celles-ci s'appliquent aussi au trafic à l'intérieur d'un pays.

Les Recommandations UIT-T E.506 et E.507 traitent de la prévision des services traditionnels pour lesquels il existe des données rétrospectives. La **Rec. UIT-T E.506** donne des directives sur certaines conditions préalables pour la prévision du trafic international: les données de base, non seulement celles qui concernent le trafic et les communications, mais aussi les données économiques, sociales et démographiques sont d'une importance vitale pour la prévision. Par ailleurs, comme cette série de données peut être incomplète, des stratégies sont recommandées pour le traitement des données qui font défaut. Différentes méthodes de prévision sont présentées: la

méthode de prévision directe fondée sur le trafic mesuré pendant la période de référence et la méthode de prévision composite fondée sur les minutes comptables et les procédures descendantes et ascendantes.

Tableau 3/E.490.1 – Recommandations relatives à la prévision du trafic

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.506	06/92	Prévision du trafic téléphonique international
E.507	11/88	Modèles de prévision du trafic international
E.508	10/92	Prévisions relatives aux nouveaux services de télécommunication

La **Rec. UIT-T E.507** contient un aperçu général des différentes techniques mathématiques utilisées pour les prévisions: modèles d'ajustement de la courbe, modèles à autorégression, modèles à autorégression à moyenne glissante intégrée (ARIMA, *autoregressive integrated moving average*), modèles spatiaux d'état avec filtrage de Kalman, modèles à régression et modèles économétriques. Elle décrit également des méthodes permettant d'évaluer les modèles de prévision et de choisir le modèle le plus approprié pour chaque cas, en fonction des données disponibles, de la longueur de la période de prévision, etc.

La **Rec. UIT-T E.508** traite des prévisions relatives aux nouveaux services de télécommunication pour lesquels il n'existe pas de données rétrospectives. Plusieurs techniques y sont décrites: étude de marché, méthodes d'experts et économétrie sectorielle. Cette Recommandation explique aussi comment combiner les prévisions obtenues à partir de techniques différentes, comment procéder à des essais des prévisions et comment les ajuster lorsque le service commence à fonctionner et que les premières mesures sont effectuées.

7 Objectifs de niveau de service

Le niveau de service (GoS, *grade of service*) est défini dans la Rec. UIT-T E.600 ou dans la Rec. UIT-T E.720 comme étant un ensemble de paramètres d'ingénierie de trafic servant à mesurer l'efficacité des installations dans des conditions données; ces paramètres de GoS sont, par exemple, la probabilité de blocage, la probabilité de temps d'attente, etc. Le blocage ou les retards sont dus au fait que la capacité d'écoulement du trafic d'un réseau ou d'un de ses éléments est limitée et que la demande de trafic est de nature stochastique.

Le niveau GoS est la partie de la performance du réseau (NP, *network performance*) qui se rapporte au trafic et qui se définit en tant qu'aptitude d'un réseau ou d'une portion de réseau à assurer les fonctions liées à des communications entre usagers. La performance du réseau ne couvre pas seulement le niveau GoS (ou traficabilité) mais aussi d'autres aspects non liés au trafic comme la sûreté de fonctionnement, la transmission et la justesse de taxation.

Les objectifs de NP et, en particulier, les objectifs de GoS sont tirés des prescriptions de la qualité de service (QS), comme cela est indiqué à la Figure 1. La qualité de service est un ensemble de performances du service qui déterminent le degré de satisfaction qu'un utilisateur a d'un service. Les paramètres de QS sont orientés vers l'utilisateur et sont décrits indépendamment du réseau. Les paramètres de NP, tout en étant dérivés de ces paramètres de QS, sont orientés vers le réseau, c'est-à-dire qu'ils servent à spécifier les prescriptions de la performance de réseaux particuliers. Bien qu'ils déterminent en fin de compte la qualité QS (observée par l'utilisateur), ces paramètres ne décrivent pas nécessairement la qualité d'une manière qui soit significative pour les usagers.

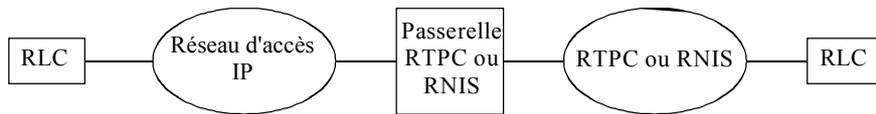
Les prescriptions de QS déterminent les objectifs de GoS de bout en bout. A partir des objectifs de bout en bout, les objectifs de GoS sont segmentés pour chaque étape ou composante du réseau. Cette segmentation dépend de la stratégie de l'opérateur du réseau. Par conséquent, les Recommandations ne précisent que la segmentation et l'attribution des objectifs de GoS aux différents réseaux qui peuvent avoir besoin de coopérer pour établir une communication (par exemple: réseau national d'origine, réseau international et réseau national de destination dans une communication internationale).

Afin de fournir un aperçu général du réseau considéré et de faciliter la segmentation des objectifs de GoS, les Recommandations ont eu recours à la notion de "connexions de référence". Une connexion de référence comprend un ou plusieurs dessins simplifiés du trajet qu'un appel (ou une connexion) peut décrire dans le réseau, y compris avec des points de référence appropriés lorsque les interfaces entre les entités sont définies. Dans certains cas, un point de référence définit une interface entre deux opérateurs. Les Recommandations qui traitent plus particulièrement des connexions de référence sont énumérées dans le Tableau 4.

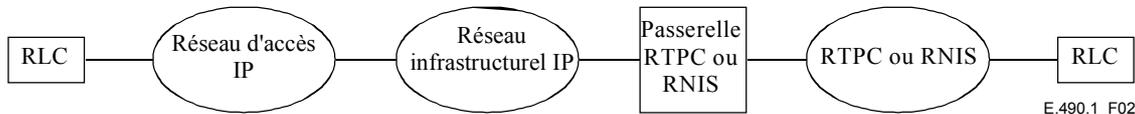
Tableau 4/E.490.1 – Recommandations relatives aux connexions de référence

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.701	10/92	Connexions de référence pour l'ingénierie du trafic
E.751	02/96	Connexions de référence pour l'ingénierie du trafic des réseaux mobiles terrestres
E.752	10/96	Connexions de référence pour l'ingénierie de trafic des systèmes maritimes et aéronautiques
E.755	02/96	Connexions de référence pour la capacité d'écoulement du trafic et la qualité d'écoulement du trafic des services TPU
E.651	03/00	Connexions de référence pour l'ingénierie du trafic sur les réseaux d'accès IP

La **Rec. UIT-T E.701** décrit des connexions de référence pour les réseaux RNIS-BE, la **Rec. UIT-T E.751** pour les réseaux mobiles terrestres, la **Rec. UIT-T E.752** pour les systèmes maritimes et aéronautiques, la **Rec. UIT-T E.755** pour les services TPU et enfin, la **Rec. UIT-T E.651** pour les réseaux IP. Cette dernière Recommandation décrit des connexions de référence générales pour les connexions de bout en bout et des connexions plus détaillées pour le réseau d'accès dans le cas des systèmes HFC. A titre d'exemple, la Figure 2 (tirée de la Figure 6-2/E.651) illustre la connexion de référence entre un réseau IP et un réseau RPTC ou RNIS ou entre un réseau RTPC ou RNIS et un réseau IP.



a) interfonctionnement direct avec un réseau RTPC ou RNIS



E.490.1_F02

b) interfonctionnement avec un réseau RTPC ou RNIS par le biais d'un réseau central IP

Figure 2/E.490.1 – Connexion de référence entre un réseau IP et un réseau RTPC ou RNIS ou entre un réseau RTPC ou RNIS et un réseau IP

Les principes expliqués plus haut sont appliqués maintenant pour définir les objectifs de GoS, en partant de la Rec. UIT-T E.720, consacrée plus particulièrement au RNIS-BE. Les Recommandations relatives aux objectifs de GoS pour le RTPC, qui sont généralement plus anciennes, reposent sur des principes différents et peuvent désormais être considérées comme constituant une exception parmi l'ensemble des Recommandations relatives au niveau GoS. Cet aperçu général débutera par les nouvelles Recommandations qui sont énumérées dans le Tableau 5.

Tableau 5/E.490.1 – Recommandations relatives aux objectifs de GoS (sauf pour le RTPC)

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.720	11/88	Notion de qualité d'écoulement du trafic dans le RNIS
E.721	05/99	Paramètres et valeurs cibles de qualité d'écoulement de trafic dans le réseau pour les services à commutation de circuits dans le RNIS en développement
E.723	06/92	Paramètres de qualité d'écoulement du trafic pour les réseaux utilisant le système de signalisation n° 7
E.724	02/96	Paramètres et objectifs de qualité d'écoulement du trafic pour des services assurés par des réseaux intelligents
E.726	03/00	Paramètres et valeurs cibles de qualité d'écoulement du trafic pour le RNIS-LB
E.728	03/98	Paramètres de qualité d'écoulement du trafic pour la signalisation du RNIS-LB
E.770	03/93	Concept de qualité d'écoulement du trafic en cas d'interconnexion des réseaux mobiles terrestres et des réseaux fixes
E.771	10/96	Paramètres et valeurs cibles de niveau de service de réseau pour les services mobiles terrestres publics à commutation de circuits
E.773	10/96	Concept de niveau de service mobile aéronautique et maritime
E.774	10/96	Paramètres et valeurs cibles de niveau de service de réseau pour les services mobiles aéronautique et maritime
E.775	02/96	Concept de qualité d'écoulement du trafic des TPU
E.776	10/96	Paramètres de niveau de service de réseau pour les télécommunications personnelles universelles
E.671	03/00	Délai de postsélection dans les réseaux RTPC et RNIS utilisant la téléphonie Internet sur une partie de la connexion

Les **Recommandations UIT-T E.720** et **E.721** concernent les services à commutation par circuits du RNIS-BE. La Rec. UIT-T E.720 contient des lignes directrices générales alors que la Rec. UIT-T E.721 indique les paramètres et les valeurs cibles de GoS. Les paramètres GoS de bout en bout ci-après sont recommandés:

- délai de présélection;
- délai de postsélection;
- temps de transmission du délai de réponse;
- délai de libération de la communication;
- probabilité de blocage de bout en bout.

Après avoir défini ces paramètres, la Rec. UIT-T E.721 donne des valeurs cibles pour les concepts de *charge normale* et de *charge élevée*, qui sont définis dans la Rec. UIT-T E.500. Pour ce qui est des paramètres de délai, des valeurs cibles sont indiquées pour le délai moyen et le quantile à 95%. Pour les paramètres qui dépendent de la longueur de la connexion, différentes séries de valeurs cibles sont recommandées pour la connexion locale, la connexion interurbaine et la connexion internationale. La Recommandation décrit des connexions de référence, caractérisées par un nombre type de nœuds de commutation, pour les trois types de connexion.

Sur la base des paramètres de GoS liés aux délais et des valeurs de référence indiquées dans la Rec. UIT-T E.721, la **Rec. UIT E.723** indique les paramètres de GoS et les valeurs cibles applicables aux réseaux utilisant le système de signalisation n° 7. Les paramètres identifiés sont les délais subis par le message initial d'adressage (IAM, *initial address message*) et par le message de réponse (ANM, *answer message*). Des valeurs cibles conformes à celles de la Rec. UIT-T E.721 sont indiquées pour la connexion locale, la connexion interurbaine et la connexion internationale. Le nombre type de nœuds de commutation indiqué dans la Rec. UIT-T E.721 pour les connexions de référence est complété dans la Rec. UIT-T E.723 par le nombre type de points de transfert sémaphore (STP, *signal transfer points*).

Les valeurs cibles de la Rec. UIT-T E.721 se réfèrent à des appels qui ne demandent pas l'établissement de services du Réseau intelligent (RI). La **Rec. UIT-T E.724** spécifie les délais incrémentiels qui sont autorisés lorsque l'établissement de ces services est demandé. Des topologies de référence sont indiquées pour les classes de service les plus pertinentes: interrogation de la base de données, réacheminement de l'appel, tentatives d'établissement multiples, etc. Par ailleurs, des valeurs cibles du délai incrémentiel dû au traitement d'un service RI unique sont indiquées pour certaines classes de service, tout comme le délai incrémentiel total de postsélection pour le traitement de tous les services RI.

La **Rec. UIT-T E.726** est le pendant de la Rec. UIT-T E.721 pour le RNIS-LB. Le RNIS-LB étant un réseau à commutation de paquets, on distingue des paramètres de GoS au niveau de la communication et au niveau du paquet (dans ce cas, au niveau des cellules). Les paramètres de GoS au niveau de la communication sont analogues à ceux qui sont définis dans la Rec. UIT-T E.721. Les paramètres de GoS de bout en bout au niveau des cellules sont les suivants:

- temps de transfert de cellules;
- variation du temps de propagation des cellules;
- taux de blocs de cellules gravement erronés;
- taux de perte de cellules;
- temps de transmission de la trame;
- taux de mise à l'écart de trame.

Alors que les prescriptions de QS au niveau de la communication peuvent être semblables pour tous les services (à l'exception éventuellement des services d'urgence), les prescriptions de QS au niveau des cellules peuvent en revanche s'avérer très différentes selon le type de service: en effet, les prescriptions de délai pour les services vocaux et vidéo sont beaucoup plus strictes que pour les services de données. Les valeurs cibles applicables au niveau des cellules doivent donc dépendre du service. Ces valeurs cibles appellent un complément d'étude dans la présente version du texte alors que des valeurs cibles sont indiquées pour les paramètres de GoS au niveau de la communication pour la connexion locale, la connexion interurbaine et la connexion internationale.

La **Rec. UIT-T E.728**, pour la signalisation du RNIS-LB, est fondée sur les paramètres de délai au niveau de la communication dont traite la Rec. UIT-T E.726. La relation entre la Rec. UIT-T E.728 et la Rec. UIT-T E.726 s'apparente à celle qui existe entre les Recommandations UIT-T E.723 et E.721.

Dans la série de Recommandations se rapportant aux réseaux mobiles, trois paires de Recommandations sont analogues à la paire E.720/E.721: les **Recommandations UIT-T E.770 et E.771** pour les réseaux mobiles terrestres, les **Recommandations UIT-T E.773 et E.774** pour les systèmes maritimes et aéronautiques et enfin, les **Recommandations UIT-T E.775 et E.776** pour les services TPU. Toutes ces Recommandations concernent les services à commutation de circuits. Elles analysent les caractéristiques des services correspondants pour lesquels il faut spécifier des valeurs cibles moins strictes pour les paramètres de GoS que celles qui sont définies dans la Rec. UIT-T E.721 et elles définissent par ailleurs des paramètres de GoS supplémentaires propres à ces services. Par exemple, dans les Recommandations UIT-T E.770 et E.771 sur les réseaux mobiles terrestres, on a choisi des paramètres moins stricts pour les raisons suivantes: limitations de l'interface radioélectrique, nécessité d'authentifier les terminaux et de rechercher l'utilisateur demandé et enfin, nécessité d'interroger la base de données principale et (en cas d'itinérance) la base de données du réseau visité pour obtenir le numéro d'acheminement. Il existe un autre paramètre de GoS dans les réseaux mobiles terrestres, à savoir: la probabilité d'un échec de transfert cellulaire. Des valeurs cibles sont indiquées pour les appels réseau fixe vers réseau mobile, réseau mobile vers réseau fixe et réseau mobile vers réseau mobile pour les connexions de type local, interurbain et international.

L'élaboration de Recommandations sur les paramètres de GoS et les valeurs cibles pour le réseau IP vient juste de commencer. La **Rec. UIT-T E.671** ne couvre qu'un aspect sur lequel il était urgent de se prononcer. Il fallait préciser les valeurs cibles du délai de postsélection dans les réseaux RTPC/RNIS lorsqu'une partie de la connexion à commutation de circuits est remplacée par la téléphonie IP et que les utilisateurs n'en ont pas conscience. Dans cette Recommandation il est dit que le délai de bout en bout doit, en pareil cas, être égal à celui qui est spécifié dans la Rec. UIT-T E.721.

Cet aperçu général des Recommandations relatives au niveau GoS s'achèvera par celles qui sont consacrées au RTPC. Elles sont énumérées dans le Tableau 6.

Tableau 6/E.490.1 – Recommandations sur les objectifs de GoS dans le RTPC

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.540	11/88	Qualité globale d'écoulement du trafic sur la partie internationale d'une connexion internationale
E.541	11/88	Qualité globale d'écoulement du trafic international (d'abonné à abonné)
E.543	11/88	Qualité d'écoulement du trafic dans les centres de commutation numériques internationaux
E.550	03/93	Qualité d'écoulement du trafic et nouveaux critères de comportement en cas de dérangement dans les centres de commutation téléphoniques internationaux

Comme cela a été indiqué précédemment, les Recommandations UIT-T E.540, E.541 et E.543 peuvent être considérées comme étant les pendants de la Rec. UIT-T E.721 pour le RTPC, bien qu'elles soient organisées d'une manière différente. L'accent est mis sur les connexions internationales, selon la pratique courante dans les anciennes Recommandations. La **Rec. UIT-T E.540** spécifie la probabilité de blocage de la partie internationale d'une connexion internationale, la **Rec. UIT-T E.541** la probabilité de blocage de bout en bout d'une connexion internationale et enfin, la **Rec. UIT-T E.543** la probabilité de perte interne ainsi que les délais d'un centre téléphonique international.

Les valeurs cibles spécifiées dans toutes les Recommandations relatives au niveau de GoS partent du principe que le réseau et ses composantes sont pleinement opérationnels. En revanche, les Recommandations relatives à la disponibilité traitent de l'intensité des défaillances et de la durée des défaillances des composantes du réseau sans tenir compte de la fraction des tentatives d'appel qui sont bloquées en raison des défaillances. La **Rec. UIT-T E.550** cherche à combiner les notions de disponibilité et d'encombrement du trafic et définit de nouveaux paramètres de performance ainsi que des valeurs cibles qui tiennent compte de leurs effets combinés dans un centre téléphonique.

8 Régulation du trafic et dimensionnement

Une fois que la demande de trafic a été caractérisée et que les objectifs de GoS ont été fixés, l'ingénierie du trafic permet une conception et une exploitation efficaces du réseau tout en veillant à ce que la demande de trafic soit assurée et que les objectifs de GoS soient satisfaits.

Le dimensionnement du réseau et la régulation du trafic sont des éléments de l'ingénierie du trafic qui entrent en ligne de compte dans la conception et l'exploitation des réseaux. Le dimensionnement du réseau assure que le réseau a suffisamment de ressources pour prendre en charge la demande de trafic. Il englobe le dimensionnement des éléments physiques du réseau mais aussi de ses éléments logiques, comme les conduits virtuels d'un réseau ATM. Par ailleurs, la régulation du trafic est nécessaire pour veiller au respect des objectifs de GoS. Parmi ces moyens de régulation du trafic, il y a lieu de distinguer:

- **l'acheminement du trafic:** les plans d'acheminement décrivent les choix entre faisceaux de routes ainsi que les règles des sélections des routes pour chaque paire origine-destination. L'acheminement peut être de type hiérarchique ou non hiérarchique, fixe ou dynamique. Pour ce qui est des méthodes dynamiques on distingue les méthodes d'acheminement en fonction du temps, où le plan d'acheminement est modifié à heures fixes car les modifications sont planifiées à l'avance et l'acheminement en fonction de l'état du réseau ou en fonction des événements, le réseau modifiant automatiquement le plan d'acheminement en fonction de l'état actuel du réseau. Les Recommandations UIT-T E.170 à E.177, E.350 à

E.353 et E.360.1 à E.360.7, qui traitent toutes de l'acheminement, n'entrent pas dans le cadre du présent aperçu général. Toutefois, dans les Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic qui sont exposées ici, il est constamment fait référence à l'acheminement. D'une part, la conception de l'acheminement repose sur certains aspects de l'ingénierie du trafic: par exemple, les systèmes d'acheminement avec débordement font appel à des considérations de rentabilité, les méthodes d'acheminement dynamique s'appuient sur des considérations de solidité dans des conditions de surcharges focalisées ou de défaillances ou concernant les erreurs de prévision du trafic. D'autre part, le dimensionnement du réseau tient compte des méthodes et des plans d'acheminement;

- **les mécanismes de commande de gestion du trafic réseau:** ils assurent que le débit du réseau est maintenu dans n'importe quelle condition de surcharge ou de défaillance. On distingue à la fois des dispositions de protection ou des dispositions ayant un caractère d'expansion. Les dispositions de protection comme le blocage sur indicatif ou l'espacement des appels assurent que le réseau ne gaspille pas de ressources pour traiter des appels qui n'aboutiront pas ou limitent le flux des appels nécessitant de nombreuses ressources du réseau (appels de débordement). Les dispositions ayant un caractère d'expansion servent à réacheminer le trafic vers les parties du réseau qui ne sont pas surchargées. La gestion du trafic a lieu généralement dans les centres de gestion du trafic où le contrôle en temps réel de la performance du réseau se fait grâce à la collecte et à l'affichage des données en temps réel du trafic et de la performance. Les mécanismes de commande sont habituellement déclenchés par un opérateur à un moment fixé au préalable (sauf lorsqu'un événement spécial est prévu) ou en temps réel. Les Recommandations UIT-T E.410 à E.417 qui traitent de ce sujet, n'entrent pas dans le cadre de l'aperçu général de la présente Recommandation. Toutefois, les Recommandations relatives à l'ingénierie du trafic qui sont exposées ici font référence à la gestion du trafic. Par exemple, les prescriptions de mesure indiquées dans les Recommandations relatives à la mesure du trafic et de la performance tiennent compte des mesures en temps réel nécessaires à la gestion du trafic réseau;
- **les méthodes de protection du service:** ces mécanismes de régulation du trafic au niveau de la communication contrôlent la qualité de service de certains flux de trafic en appliquant une restriction discriminatoire de l'accès aux faisceaux de circuits dont la disponibilité est faible. La protection du service permet d'assurer la stabilité dans les réseaux possédant un système d'acheminement non hiérarchique en limitant l'acheminement du trafic de débordement vers une voie détournée, partagée avec une voie de trafic de premier choix. Cette méthode permet aussi d'équilibrer les paramètres de GoS entre les flux de trafic qui nécessitent une largeur de bande différente ou d'accorder un service prioritaire à un certain type de trafic;
- **les mécanismes de régulation du trafic au niveau du paquet:** ils veillent au respect des objectifs de GoS au niveau du paquet dans le cas des appels ayant été acceptés, quel que soit l'état du réseau et à l'établissement d'une différenciation efficace du niveau de GoS entre des services dont les prescriptions de QS au niveau du paquet sont différentes.
- **les mécanismes de gestion dans les réseaux utilisant le système de signalisation n° 7 et dans les Réseaux intelligents:** étant donné que ces réseaux constituent le système nerveux de l'ensemble du réseau, l'un des objectifs essentiels de la conception et de l'exploitation de ces réseaux est de maximiser leur robustesse, c'est-à-dire leur capacité de pouvoir résister aussi bien à des surcharges de trafic qu'à des pannes d'éléments du réseau. Cet objectif est atteint grâce à la redondance des éléments du réseau et au recours à des mécanismes de gestion des encombrements et de la régulation de la surcharge, comme cela est expliqué dans la Rec. UIT-T E.744 décrite plus loin.

Il convient maintenant de classer les Recommandations relatives au dimensionnement et à la régulation du trafic en fonction des types de réseau: réseaux à commutation de circuits, réseaux à

commutation de paquets ou réseaux utilisant le système de signalisation n° 7 et Réseaux intelligents.

8.1 Réseaux à commutation de circuits

Les Recommandations relatives à la régulation du trafic et au dimensionnement des réseaux à commutation de circuits sont énumérées dans le Tableau 7. Ces Recommandations qui traitent du dimensionnement et des méthodes de protection du service tiennent compte des méthodes d'acheminement du trafic.

Tableau 7/E.490.1 – Recommandations relatives à la régulation du trafic et au dimensionnement des réseaux à commutation de circuits

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.520	11/88	Détermination du nombre de circuits nécessaires (sans possibilité de débordement automatique) en exploitation automatique et semi-automatique
E.521	11/88	Calcul du nombre de circuits dans un faisceau écoulant du trafic de débordement
E.522	11/88	Nombre de circuits dans un faisceau débordant
E.524	05/99	Approximations du trafic de débordement pour des flux de trafic non aléatoires
E.525	06/92	Conception des réseaux pour le contrôle de la qualité d'écoulement du trafic
E.526	03/93	Dimensionnement d'un faisceau de circuits avec services supports à intervalles de temps multiples et sans trafic de débordement
E.527	03/00	Dimensionnement d'un faisceau de circuits avec services supports à intervalles de temps multiples et trafic de débordement
E.528	02/96	Dimensionnement des systèmes à équipements de multiplication de circuit numérique
E.529	05/97	Dimensionnement de réseau au moyen des objectifs de qualité d'écoulement du trafic de bout en bout
E.731	10/92	Méthodes de dimensionnement des ressources exploitées en mode de commutation de circuits

Les Recommandations UIT-T E.520, E.521, E.522 et E.524 traitent du dimensionnement des faisceaux de circuits ou de la disposition du réseau pour faisceau débordant/faisceau final acheminant des connexions à sens unique. Il n'y est pas question des méthodes de protection:

- la **Rec. UIT-T E.520** examine le dimensionnement des faisceaux de circuits à sens unique (voir la partie a) de la Figure 3).

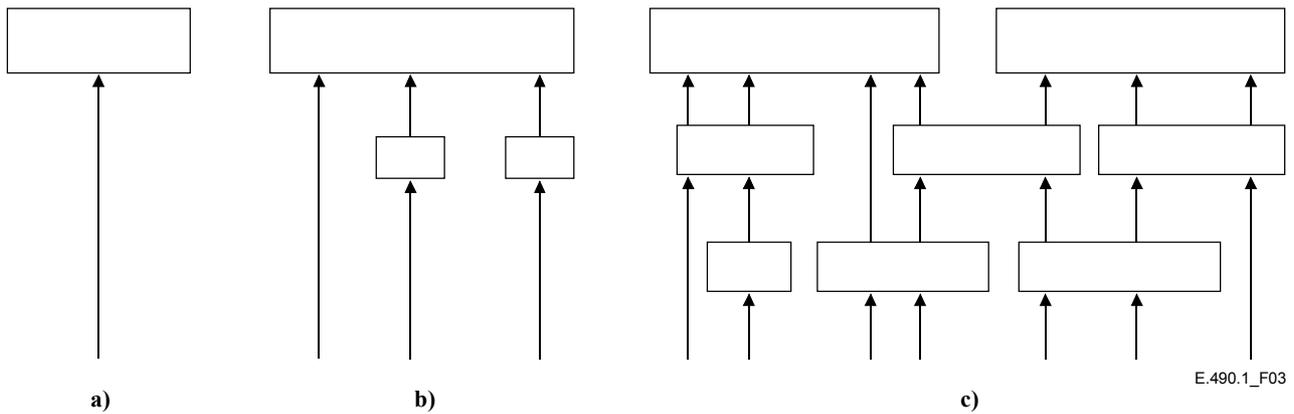


Figure 3/E.490.1 – Exemples de faisceau de circuits

- Les **Recommandations UIT-T E.521 et E.522** indiquent des méthodes pour le dimensionnement d'un acheminement simple avec débordement comme celui qui est représenté dans la partie b) de la Figure 3. Dans cet exemple, il n'y a que des voies de premier et de deuxième choix et l'ensemble du trafic de débordement d'un faisceau de circuits est offert au même faisceau de circuits. La Rec. UIT-T E.521 indique des méthodes pour le dimensionnement d'un faisceau final satisfaisant aux prescriptions de GoS pour des dimensions données de faisceaux débordants. La Rec. UIT-T E.522 donne des indications sur la façon de dimensionner les faisceaux débordants afin de minimiser les coûts des faisceaux de circuits.
- La **Rec. UIT-T E.524** fournit des approximations du trafic de débordement pour des courants de trafic non aléatoires, ce qui permet le dimensionnement de faisceaux de circuits plus complexes (c'est-à-dire sans les limitations susmentionnées), comme le montre la partie c) de la Figure 3. Plusieurs méthodes sont décrites et comparées du point de vue de leur précision et de leur complexité.

La **Rec. UIT-T E.525** contient des méthodes de protection du service pour des réseaux à connexion unique. Elle décrit les applications et les méthodes disponibles: faisceaux de circuits dédoublés, mise en réserve des circuits (ou dans le cas des réseaux à commutation de paquets, réservation de largeur de bande) et circuits virtuels. La Recommandation indique des méthodes pour évaluer la probabilité de blocage de chaque flux de trafic à la fois pour les faisceaux de circuits à un seul sens et pour les acheminements avec débordement, qui permettent le dimensionnement des faisceaux de circuits et des seuils définissant les méthodes de protection. Les méthodes disponibles de protection du service sont comparées en termes d'efficacité, de protection contre les surcharges, de robustesse et d'incidence du facteur d'irrégularité.

Les **Recommandations UIT-T E.526 et E.527** traitent du dimensionnement des faisceaux de circuits acheminant des connexions à intervalles de temps multiples. Des méthodes de protection du service sont étudiées dans ces deux Recommandations. La **Rec. UIT-T E.526** ne s'applique qu'aux faisceaux de circuits à un seul sens, alors que la **Rec. UIT-T E.527** concerne les acheminements avec débordement.

Le Tableau 8 résume les différents points examinés dans chacune des Recommandations susmentionnées.

Tableau 8/E.490.1 – Points pris en considération dans le dimensionnement des faisceaux de circuits; Recommandations UIT-T E.520 à E.527

Recommandation	E.520	E.521	E.522	E.524	E.525	E.526	E.527
Acheminement avec débordement	Non	Oui*	Oui*	Oui	Oui	Non	Oui
Protection du service	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui
Connexions à intervalles de temps multiples	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
* Arrangements simples seulement.							

La **Rec. UIT-T E.528** traite du dimensionnement d'un type particulier mais très important de faisceaux de circuits où l'on utilise des équipements de multiplication de circuits numériques (DCME, *digital circuit multiplication equipment*) afin d'obtenir un gain de multiplexage statistique dans les communications par satellite. On évite ainsi d'utiliser des circuits par l'interpolation des rafales de parole de différents canaux en mettant à profit les silences existant dans une conversation. Cette Recommandation indique des méthodes de dimensionnement des faisceaux de circuits qui permettent d'intégrer du trafic contenant des signaux vocaux, de télécopie et de données dans la bande vocale.

La **Rec. UIT-T E.731** concerne aussi le dimensionnement des faisceaux de circuits et examine les caractéristiques spécifiques du RNIS-BE qui peuvent influencer sur l'ingénierie du trafic. Outre les connexions sur intervalles multiples et les méthodes de protection du service, la Recommandation étudie l'incidence de la négociation des attributs (qui ont une incidence sur le choix du faisceau de circuits ou sur le nombre de circuits requis), de la réservation du service (réservation de ressources strictement affectée ou de ressources partagées avec les services fournis à la demande) et des connexions point à multipoint.

La **Rec. UIT-T E.529** rassemble toutes les méthodes de dimensionnement relatives aux types de faisceaux de circuits ou d'acheminement avec débordement dont il a été question dans les Recommandations précédentes, l'objectif étant de fournir des directives de dimensionnement de l'ensemble du réseau en recourant à des objectifs de GoS de bout en bout. Cette Recommandation décrit les méthodes de dimensionnement applicables aux réseaux avec acheminement fixe, en fonction de l'heure, de l'état ou des événements. De plus, elle indique les principes permettant de décomposer les réseaux en blocs qui peuvent être considérés comme étant indépendants sur le plan statistique et décrit la procédure itérative requise pour l'optimisation du réseau.

8.2 Réseaux à commutation de paquets

Les Recommandations relatives à la régulation du trafic et au dimensionnement des réseaux à commutation de paquets sont énumérées dans le Tableau 9. Elles traitent des réseaux RNIS-BE fondés sur la technologie ATM mais la plupart des méthodes décrites s'appliquent à d'autres réseaux à commutation de paquets, comme les réseaux IP, dans lesquels l'admission des connexions est contrôlée.

**Tableau 9/E.490.1 – Recommandations relatives à la régulation du trafic
et au dimensionnement des réseaux à commutation de paquets**

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.735	05/97	Cadre général de gestion de trafic et du dimensionnement dans le RNIS à large bande
E.736	03/00	Méthodes de gestion du trafic au niveau des cellules dans le RNIS-LB
E.737	02/01	Méthodes de dimensionnement pour le RNIS à large bande

Le contrôle d'admission de connexion (CAC) établit une division entre le niveau du paquet et le niveau de la connexion. Lorsqu'un utilisateur demande l'établissement d'une nouvelle connexion, le contrôle CAC décide si la connexion peut être admise, pour autant que les objectifs de GoS au niveau du paquet des connexions nouvelles ou existantes soient satisfaits. En général, lorsque cette décision est prise, on attribue des ressources (normalement, de la largeur de bande) à chaque connexion et on refuse une nouvelle demande lorsque les ressources sont insuffisantes. Ainsi:

- du point de vue du niveau du paquet: comme le contrôle CAC assure que les objectifs de GoS au niveau du paquet sont satisfaits indépendamment du nombre de connexions offertes au réseau, le niveau du paquet est indépendant du trafic offert au niveau de la connexion et du dimensionnement du réseau;
- du point de vue du niveau de la connexion: le contrôle CAC, en décidant d'accepter une connexion, tient compte de toutes les commandes implémentées au niveau du paquet et rassemble toutes ces commandes qui constituent la somme des ressources requises par une connexion. Il en résulte que le niveau de la connexion d'un réseau à commutation de paquets est semblable à celui d'un réseau à commutation de circuits: le volume de ressources nécessaire à une connexion, appelé largeur de bande effective ou équivalente (ou dans le cas de la technologie ATM, débit cellulaire équivalent), équivaut au nombre d'intervalles requis par une connexion à intervalles multiples dans un réseau à commutation de circuits. Les commandes de gestion du trafic au niveau de la connexion et le dimensionnement du réseau doivent veiller à ce que les prescriptions de GoS au niveau de la connexion, en général les probabilités de blocage de la connexion considérée, soient satisfaites sachant qu'une largeur de bande effective doit être attribuée à chaque connexion.

Dans la pratique, cette séparation entre le niveau du paquet et le niveau de la connexion n'est pas aussi stricte que dans la description précédente: la largeur de bande effective d'une connexion dépend de la capacité de la liaison physique ou logique dans laquelle elle est acheminée (à l'exception des caractéristiques du trafic au niveau du paquet de la connexion), alors qu'à son tour la capacité des liaisons doit être dimensionnée en tenant compte de la largeur de bande effective des connexions. Une itération est donc nécessaire entre le niveau de la connexion et le niveau du paquet pour le dimensionnement du réseau.

La **Rec. UIT-T E.735** établit le cadre général de la gestion de trafic et du dimensionnement dans le RNIS à large bande. Elle introduit les principes décrits plus haut, donne une définition de la connexion et d'une ressource et analyse des stratégies pour une configuration logique du réseau.

La **Rec. UIT-T E.736** met l'accent sur le niveau du paquet. Elle indique des méthodes permettant d'évaluer la performance au niveau du paquet, propose des stratégies de multiplexage possibles (attribution du débit crête, multiplexage d'enveloppe de débit et multiplexage statistique à partage de débit) et analyse les incidences et les applications de chacune d'elles. A partir de cette analyse, la Recommandation indique des méthodes de commande de gestion du trafic au niveau du paquet. L'accent est mis sur les méthodes de contrôle d'admission de connexion et d'intégration (ou ségrégation) des services ayant des prescriptions de QS différentes, soit par l'utilisation de

ressources spécialisées, soit par le partage des mêmes ressources et l'utilisation de mécanismes de priorité des pertes ou des temps de transfert. La Recommandation envisage aussi des techniques adaptatives de gestion des ressources afin de contrôler le flux des paquets de services dont les prescriptions de délai de transfert sont souples.

La **Rec. UIT-T E.737** décrit des méthodes applicables aux faisceaux de circuits et au dimensionnement des réseaux et examine les mécanismes de commande de gestion du trafic au niveau de la connexion, en particulier les méthodes de protection du service. Il est également tenu compte des méthodes d'acheminement du trafic. Dans la mesure où la largeur de bande effective d'une connexion est modélisée sous la forme de plusieurs intervalles d'une connexion à intervalles multiples, cette Recommandation n'est pas très différente de celles qui traitent du dimensionnement des réseaux à commutation de circuits. Toutefois, elle contient certaines caractéristiques propres aux réseaux à commutation de paquets: l'itération susmentionnée entre la largeur de bande effective et le dimensionnement du réseau; le fractionnement requis de la largeur de bande en multiples d'une unité de quantification de la largeur de bande du fait que les modèles de trafic à intervalles multiples n'utilisent qu'un nombre entier d'intervalles et enfin, les incidences du dimensionnement des services ayant des prescriptions de QS différentes au niveau du paquet.

8.3 Réseaux structurés de signalisation et du Réseau intelligent

Les Recommandations relatives à la régulation du trafic et au dimensionnement des réseaux de signalisation et des Réseaux intelligents (RI) sont énumérés dans le Tableau 10. Les Recommandations UIT-T E.733 et E.734 traitent du dimensionnement et la Rec. UIT-T E.744 de la régulation du trafic.

Tableau 10/E.490.1 – Recommandations relatives à la régulation du trafic et au dimensionnement applicables aux réseaux structurés de signalisation et du Réseau intelligent

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.733	11/98	Méthodes de dimensionnement des ressources dans les réseaux utilisant le système de signalisation n° 7
E.734	10/96	Méthodes d'allocation et de dimensionnement des ressources des réseaux intelligents
E.744	10/96	Spécifications relatives à la régulation du trafic et à la gestion des encombrements applicables au système de signalisation n° 7 et aux réseaux intelligents

La **Rec. UIT-T E.733** contient une méthode de planification et de dimensionnement des réseaux utilisant le système de signalisation n° 7. La méthode tient compte du fait que l'efficacité des canaux sémaphores ne doit pas être la considération majeure mais que la performance du réseau en cas de dérangement ou de surcharge du trafic revêt une plus grande importance. La Recommandation décrit le trafic et la période de référence à utiliser, conformément aux Recommandations UIT-T E.492 et E.500, pour calculer le nombre de canaux sémaphores et faire en sorte que la capacité des organes de commutation du réseau ne soit pas dépassée. Elle décrit les facteurs permettant de définir le taux d'utilisation nominal maximal du canal, ρ_{max} , qui assurent que les objectifs de délai de bout en bout précisés dans la Rec. UIT-T E.723 sont satisfaits. Il est également tenu compte, pour déterminer ρ_{max} , des délais encourus lorsque, par suite de défaillances, la charge du canal est 2 ρ_{max} . Les valeurs initiales de ρ_{max} utilisées sont précisées et des méthodes sont données en vue de déterminer le nombre de canaux sémaphores et la capacité de commutation nécessaires.

La **Rec. UIT-T E.734** traite des méthodes d'attribution des ressources et de dimensionnement des Réseaux intelligents. Il y est question des nouveaux facteurs d'ingénierie du trafic à prendre en considération: services dont la période de référence se situe en dehors des jours ouvrables, cas d'appels groupés occasionnés par certains services, implémentation rapide de nouveaux services avec des prévisions incertaines. Compte tenu de ce dernier élément, il faut que les procédures d'attribution et de dimensionnement soient suffisamment souples pour permettre, dès que possible, la fourniture des ressources requises à mesure que de nouveaux services sont implémentés ou que la demande de l'utilisateur se modifie. La Recommandation indique des critères d'attribution des ressources, à la fois pour la localisation des éléments spécifiques du RI et pour la répartition des fonctionnalités du Réseau intelligent (par exemple, la logique de service) entre ces éléments. La Recommandation indique aussi des méthodes pour le dimensionnement des nœuds du réseau RI et du sous-réseau sémaphore connexe et évalue l'incidence sur le dimensionnement des réseaux à commutation de circuits.

Les procédures de régulation du trafic et de gestion des encombrements applicables au système de signalisation n° 7 et aux Réseaux intelligents sont spécifiées dans les Recommandations UIT-T des séries Q et E.410. En général, dans ces procédures, la spécification des valeurs des paramètres clés fait partie de l'implémentation. Puisque la robustesse est un élément principal des réseaux utilisant le système de signalisation n° 7 et des réseaux RI, une implémentation appropriée de ces procédures est essentielle. La **Rec. UIT-T E.744** propose des directives pour cette implémentation, en indiquant comment il convient de choisir les paramètres appropriés de gestion dans différents types de réseau. Elle donne également des avis sur les exigences auxquelles doivent répondre les nœuds sémaphores et les nœuds du RI quant à la nécessité de prévoir des fonctions de gestion des surcharges au niveau des nœuds et à la façon dont ces fonctions doivent interagir avec les fonctions au niveau du réseau. Enfin, la Recommandation énonce des principes de base visant à harmoniser les différents systèmes et les différentes fonctions, pour permettre d'interconnecter des équipements provenant de divers fournisseurs et implémentations de réseau avec un niveau élevé de confiance, signifiant que les procédures prévues fonctionneront convenablement.

9 Contrôle de la performance

Une fois que le réseau est opérationnel, il faut contrôler en permanence le niveau GoS. Bien que le réseau soit dimensionné correctement, il existe des situations de surcharge et de défaillance dont il n'est pas tenu compte dans le dimensionnement et pour lesquelles il faut prendre des mesures à court terme (minutes, heures) en matière de gestion du trafic réseau. Dans les différentes situations envisagées dans le dimensionnement, les erreurs de prévision du trafic ou les approximations effectuées dans les modèles de dimensionnement peuvent donner lieu à un niveau GoS différent de celui qui était prévu. Il faut contrôler le niveau GoS pour détecter ces problèmes et obtenir des informations permettant la caractérisation du trafic et la conception du réseau. Selon les problèmes détectés, il est possible de procéder à des reconfigurations du réseau, de modifier les plans d'acheminement ou d'ajuster les paramètres de régulation du trafic à moyen terme (semaines, mois). Il est aussi possible d'évaluer l'urgence d'une planification à long terme des prolongements du réseau.

Les Recommandations UIT-T E.490, E.491, E.502, E.503, E.504, E.505 et E.745, qui traitent à la fois des mesures du trafic et de la performance, ont été décrites au § 6.2. Dans le présent paragraphe nous examinerons deux autres Recommandations, E.492 et E.493, énumérées dans le Tableau 11, qui ne concernent que les mesures de la performance.

**Tableau 11/E.490.1 – Recommandations relatives aux mesures de la performance
(pour les Recommandations concernant à la fois les mesures du trafic et
les mesures de la performance, voir le Tableau 2/E.490.1)**

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.492	02/96	Période de référence du trafic
E.493	02/96	Contrôle de la qualité d'écoulement du trafic

La **Rec. UIT-T E.492** donne la définition des périodes de référence du trafic aux fins de collecte des mesures de la surveillance du niveau GoS pour les réseaux et les composantes du réseau. Cette Recommandation est étroitement liée à la Rec. UIT-T E.500 qui définit des périodes d'observation pour les mesures de l'intensité du trafic aux fins du dimensionnement du réseau. Ces périodes d'observations doivent être conformes à celles qui sont utilisées pour le contrôle de la performance lorsque le réseau est opérationnel. La Rec. UIT-T E.492 définit aussi les périodes de *charge normale* et de *charge élevée* qui sont représentatives de chaque mois. L'objet de ces définitions, qui sont également conformes à celles de la Rec. UIT-T E.500, est d'identifier le jour et la période d'observation à utiliser pour comparer le niveau GoS contrôlé avec les valeurs cibles de GoS spécifiées pour la *charge normale* et la *charge élevée*.

La **Rec. UIT-T E.493** étudie la façon d'assurer un contrôle du niveau GoS de bout en bout en tenant compte de certaines limites pratiques. La mesure des probabilités de blocage et d'erreurs de traitement est simple. Toutefois, comme il n'est pas possible de faire des mesures directes des délais de bout en bout dans le cadre d'un contrôle continu, la Recommandation propose des méthodes permettant d'obtenir des approximations des délais de bout en bout (moyenne et quantile à 95%), à l'aide de mesures locales effectuées de façon autonome dans chaque élément de réseau. Les méthodes proposées n'exigent aucune coordination entre les éléments du réseau pour la réalisation des mesures. La Recommandation explique aussi comment il convient d'appliquer les méthodes proposées au contrôle de chacun des paramètres de GoS au niveau de la connexion qui sont définis dans les Recommandations relatives aux objectifs de GoS.

10 Autres Recommandations

Il existe quelques autres Recommandations dont le domaine d'application ne correspond à aucun des points envisagés dans la présente classification. Ces Recommandations sont énumérées dans le Tableau 12.

**Tableau 12/E.490.1 – Recommandations ne correspondant à aucun
des points envisagés dans la présente classification**

Numéro de la Recommandation	Date de la dernière parution	Titre
E.523	11/88	Schémas types de distribution du trafic dans le cas de courants de trafic internationaux
E.600	03/93	Termes et définitions relatifs à l'ingénierie du trafic
E.700	10/92	Cadre général des Recommandations de la série E.700
E.750	03/00	Introduction aux Recommandations de la série E.750 relatives aux aspects d'ingénierie du trafic pour les réseaux assurant des services de télécommunications personnelles

La **Rec. UIT-T E.600** fournit une liste de termes et de définitions relatifs à l'ingénierie du trafic qui sont utilisés dans l'ensemble des Recommandations traitant de ce sujet.

Les **Recommandations UIT-T E.700 et E.750** servent respectivement d'introduction aux Recommandations UIT-T des séries E.700/E.749 sur l'ingénierie du trafic pour le RNIS-BE et le RNIS-LB et aux Recommandations des séries E.750/E.799 sur l'ingénierie du trafic pour les réseaux mobiles.

La **Rec. UIT-T E.523** présente des schémas types de distribution du trafic sur 24 heures pour les flux de trafic échangés entre des pays relevant de fuseaux horaires différents. Ces informations à base de mesures peuvent être utiles pour les pays qui ne disposent d'aucune mesure. Ces schémas se rapportent au trafic téléphonique et ne doivent pas être utilisés pour le trafic des données dont les schémas peuvent être très différents.

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