



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

E.501

(11/1988)

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

Ingénierie du trafic – Mesure et enregistrement du trafic

**ESTIMATION DU TRAFIC OFFERT SUR LE
RÉSEAU INTERNATIONAL**

Réédition de la Recommandation E.501 du CCITT publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule II.3 (1988)

NOTES

1 La Recommandation E.501 du CCITT a été publiée dans le Fascicule II.3 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

ESTIMATION DU TRAFIC OFFERT SUR LE RÉSEAU INTERNATIONAL

1 Introduction

Pour planifier la croissance du réseau international, il est nécessaire d'estimer, à partir de mesures, les paramètres suivants:

- trafic offert à des faisceaux de circuits internationaux;
- trafic offert aux destinations, entre points fixes;
- trafic offert aux centres de commutation internationaux;
- tentatives d'appel offertes aux centres de commutation internationaux;
- trafic offert aux canaux sémaphores.

(L'expression «trafic offert» utilisée ici diffère de l'expression «trafic équivalent offert» utilisée dans le modèle à appels perdus, expressions définies dans l'annexe B.)

Ces quantités sont normalement estimées à partir de mesures du trafic écoulé pendant les heures chargées et des tentatives d'appel, mais plusieurs éléments doivent être pris en considération en ce qui concerne les procédures de mesure et d'estimation:

- a) il peut y avoir lieu de ventiler les mesures, par exemple, par destination ou par type d'appel (appels utilisant des systèmes de signalisation différents, par exemple);
- b) il n'est pas toujours possible d'obtenir un relevé complet du trafic écoulé. Par exemple, dans un réseau comportant une combinaison de faisceaux débordants et de faisceaux finals, le trafic débordant de chaque faisceau n'est pas toujours mesurable;
- c) les mesures peuvent être faussées par l'encombrement. Il en résulte généralement une diminution du trafic écoulé, mais les répétitions de tentatives d'appel et l'action des autres composantes du réseau (par exemple, répétition automatique des tentatives) peuvent influencer sur cette diminution;
- d) lorsqu'un encombrement important persiste pendant une assez longue période (plusieurs jours), il arrive que certains usagers s'abstiennent systématiquement de téléphoner pendant la période de la journée où l'encombrement se produit. Cet élément apparent du trafic offert qui fait défaut correspond, par définition, au trafic supprimé. Il convient d'en tenir compte dans la planification, puisque le trafic offert augmente en fonction de l'accroissement des équipements. A l'heure actuelle, on n'a pas défini d'algorithmes pour évaluer le trafic supprimé.

Il convient de distinguer trois cas:

- i) encombrement en amont du point de mesure. Cet élément n'est pas directement observable;
- ii) encombrement dû à l'équipement faisant l'objet de la mesure. Cet encombrement est détecté par des mesures d'encombrement;
- iii) encombrement en aval du point de mesure. Cet encombrement peut souvent être détecté à partir de mesures du trafic inefficace ou du taux d'efficacité. Il convient de noter que s'agissant de faisceaux à double sens, un encombrement en un autre point du réseau peut se produire à la fois en amont et en aval du point de mesure pour différents éléments de trafic.

Lorsque l'encombrement provient de l'équipement mesuré, cela doit être pris en considération comme il convient dans l'estimation du trafic offert qui sert à planifier l'accroissement de ce type d'équipement.

Si l'encombrement se produit en un autre point du réseau, le planificateur doit considérer si cet encombrement persistera ou non pendant toute la période de planification envisagée; ce qui n'est pas toujours aisé lorsque l'équipement encombré n'est pas sous son contrôle direct.

La présente Recommandation propose des procédures d'estimation correspondant à deux des cas exposés ci-dessus. Le § 2 traite de l'estimation du trafic offert à des faisceaux de circuits d'acheminement unique en fonctionnement normal qui peuvent être très encombrés. Le § 3 concerne l'estimation du trafic offert à une combinaison de faisceaux débordants et de faisceaux finals en l'absence d'encombrement notable. Il convient d'appliquer ces procédures d'estimation aux mesures individuelles pendant les heures chargées. Les estimations du trafic offert que l'on obtient ainsi pour chaque heure seront ensuite regroupées selon les procédures décrites dans la Recommandation E.500.

2 Faisceau d'acheminement unique

2.1 Pas d'encombrement important

Le trafic offert sera égal au trafic écoulé mesuré conformément à la Recommandation E.500. Aucune estimation n'est nécessaire.

2.2 Encombrement important

Supposons que A_c représente le trafic écoulé sur le faisceau de circuits. En partant de l'hypothèse que l'augmentation du faisceau de circuits n'aura aucune incidence sur la durée moyenne d'occupation des appels acheminés, ou sur le taux d'aboutissement des appels acheminés, le trafic offert à un faisceau de circuits peut s'exprimer par

$$A = A_c \frac{(1 - WB)}{(1 - B)}$$

où B est la probabilité actuelle moyenne de perte pour toutes les tentatives d'appel sur le faisceau de circuits examiné et W un paramètre représentant l'effet des répétitions d'appel. Des modèles concernant W sont donnés dans l'annexe A.

Pour faciliter la détermination rapide du trafic offert conformément à la procédure approchée de l'annexe A, le tableau A-1/E.501 comportant les valeurs numériques du coefficient $(1 - WB)/(1 - B)$ a été établi pour une gamme étendue de B , H et r' ; (pour la définition de H et r' voir l'annexe A). Pour l'utilisation du tableau A-1/E.501, voir la remarque 2 de l'annexe A.

Remarque 1 – On trouve dans l'annexe A une dérivation de cette formule ainsi qu'un modèle plus complexe qui pourrait être utilisé lorsque l'on disposera de mesures des taux d'aboutissement.

Remarque 2 – Lorsque l'on ne dispose pas de mesures des taux d'aboutissement, on peut choisir pour W une valeur comprise entre 0,6 et 0,9. Il faut noter qu'une valeur faible de W correspond à une estimation élevée du trafic offert. Les Administrations sont invitées à se communiquer réciproquement les valeurs de W qu'elles se proposent d'utiliser.

Remarque 3 – Il conviendrait que les Administrations conservent des fichiers des données recueillies avant et après les augmentations de faisceaux de circuits. Ces données permettront de vérifier la validité de la formule précitée et de la valeur utilisée pour W .

Remarque 4 – Pour appliquer cette formule, on admet généralement que le faisceau de circuits est en fonctionnement normal ou que tout circuit défaillant a été mis hors service. Si des circuits ou des équipements de transmission ou de signalisation défaillants associés à ces circuits restent en service, la formule peut donner des résultats inexacts.

3 Disposition du réseau pour faisceau débordant et faisceau final

3.1 Faisceau débordant avec un encombrement peu important sur le faisceau final

3.1.1 Lorsqu'une relation est desservie par des faisceaux débordants et par des faisceaux finals, il est nécessaire de réaliser des mesures simultanées sur les deux faisceaux de circuits.

Supposons que A_H soit le trafic écoulé sur le faisceau débordant, et A_F le trafic qui, à partir d'un faisceau débordant, est écoulé sur le faisceau final. Lorsqu'il n'y a pas d'encombrement important sur le faisceau final, le trafic offert au faisceau débordant est

$$A = A_H + A_F.$$

3.1.2 On recommande deux types distincts de procédures qui comportent chacun plusieurs méthodes possibles. La méthode présentée au § 3.1.2.1 a) est la méthode de base la plus précise bien qu'elle puisse être difficile à utiliser. La méthode indiquée au § 3.1.2.2 peut servir d'estimation supplémentaire.

3.1.2.1 On effectue des mesures simultanées de A_H et du trafic total écoulé sur le faisceau final. Trois méthodes sont présentées pour estimer A_F , par ordre décroissant de préférence:

- A_F est mesuré directement. Dans la plupart des cas, on pourrait mesurer le trafic écoulé sur le faisceau final en fonction de la destination.
- Le trafic total écoulé sur le faisceau final est ventilé selon la destination, proportionnellement au nombre d'appels ayant abouti à chaque destination.
- Le trafic écoulé sur le faisceau final est ventilé en fonction des rapports entre le nombre de tentatives de prise provenant des faisceaux débordants et le nombre total de tentatives de prise vers le faisceau final.

3.1.2.2 Deux autres méthodes permettent d'estimer le trafic offert au faisceau débordant qui, dans ce cas, équivaut au trafic équivalent offert:

a) A est obtenu par la formule

$$A_H = A[1 - E_N(A)]$$

Dans ce cas $E_N(A)$ est la formule à appels perdus d'Erlang, N est le nombre de circuits exploités sur le faisceau débordant. On pourrait faire l'estimation à l'aide d'un programme informatique itératif ou manuellement en utilisant des tableaux ou des graphiques.

La précision de cette méthode risque d'être réduite en raison du caractère non aléatoire du trafic offert, de la variation d'intensité durant la période de mesure ou de l'utilisation d'une valeur incorrecte de N .

b) A est obtenu à partir de

$$A = A_H/(1 - B)$$

où B est la mesure de la probabilité de débordement. La précision de cette méthode risque d'être réduite par la présence de tentatives de prise répétées provenant du central si elles sont incluses dans l'enregistreur des tentatives de prise du faisceau de circuits.

Il est recommandé d'utiliser les deux méthodes indiquées sous a) et b); tout écart important nécessiterait alors un complément de recherche. Toutefois, il convient de noter que ces deux méthodes pourraient ne pas être fiables pour des faisceaux débordants ayant une probabilité élevée de débordement; dans ce cas, des périodes de mesure beaucoup plus longues seront nécessaires pour obtenir des résultats fiables.

3.2 Faisceau débordant avec un encombrement important sur le faisceau final

Dans ce cas, l'estimation du trafic offert exige que l'on associe les méthodes présentées aux § 2.2 et 3.1. Pour bien comprendre ces différents paramètres, il est nécessaire d'en poursuivre l'étude avant de pouvoir recommander une procédure détaillée.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.501)

Modèle simplifié concernant la formule présentée au § 2.2

Les tentatives d'appel arrivant au faisceau de circuits examiné peuvent être classées comme indiqué à la figure A-1/E.501.

Le nombre total de tentatives d'appel dans le faisceau de circuits est

$$N = N_0 + N_{NR} + N_{LR}$$

Nous devons considérer N_0 et N_{NR} qui serait le nombre de tentatives d'appel s'il n'y avait pas d'encombrement sur le faisceau de circuits.

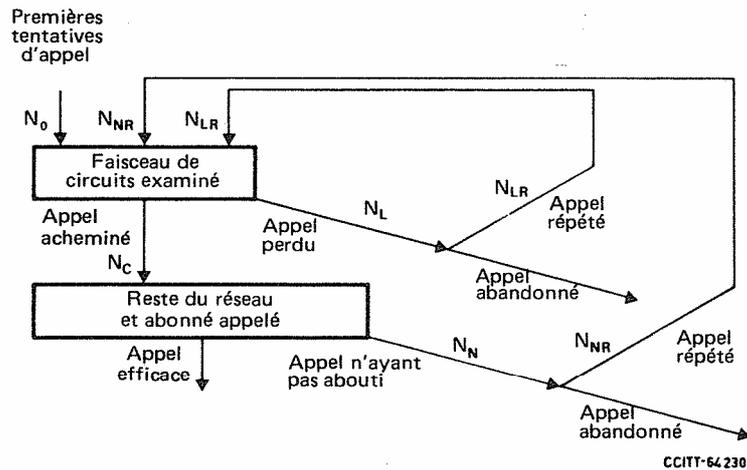
Supposons que

$B = \frac{N_L}{N}$ est la probabilité de blocage mesurée sur le faisceau de circuits.

$W = \frac{N_{LR}}{N_L}$ est la proportion de tentatives d'appel donnant lieu à un blocage qui sont renouvelées.

Nous obtenons

$$N_0 + N_{NR} = N - N_{LR} = (N - N_{LR}) \frac{N_C}{N_C} = N_C \frac{(N - N_{LR})}{(N - N_L)} = N_C \frac{(1 - BW)}{(1 - B)}$$



- N_0 Première tentative d'appel
- N_C Appel acheminé
- N_L Appel perdu
- N_{LR} Appel perdu répété
- N_N Appel n'ayant pas abouti
- N_{NR} Appel n'ayant pas abouti répété

FIGURE A-1/E.501

En multipliant par h qui est la durée d'occupation moyenne des appels écoulés sur le faisceau de circuits, nous obtenons

$$A = A_c \frac{(1 - BW)}{(1 - B)},$$

où

A_c est le trafic écoulé sur le faisceau de circuits.

Le modèle présenté ci-dessus est en fait une simplification étant donné que le taux N_{NR} serait modifié en cas d'augmentation du faisceau de circuits.

Une autre méthode consiste à évaluer un facteur de persistance équivalente W d'après les formules suivantes:

$$W = \frac{r' H}{1 - H(1 - r')}$$

$$H = \frac{\beta - 1}{\beta(1 - r)}$$

$$\beta = \frac{\text{toutes les tentatives d'appel}}{\text{premières tentatives d'appel}}$$

où r' est le taux d'aboutissement des tentatives de prise sur le faisceau de circuits examiné et r le taux d'aboutissement des tentatives d'appel vers le faisceau de circuits examiné.

On peut établir ces formules en considérant la situation après une augmentation du faisceau (voir la figure A-2/E.501).

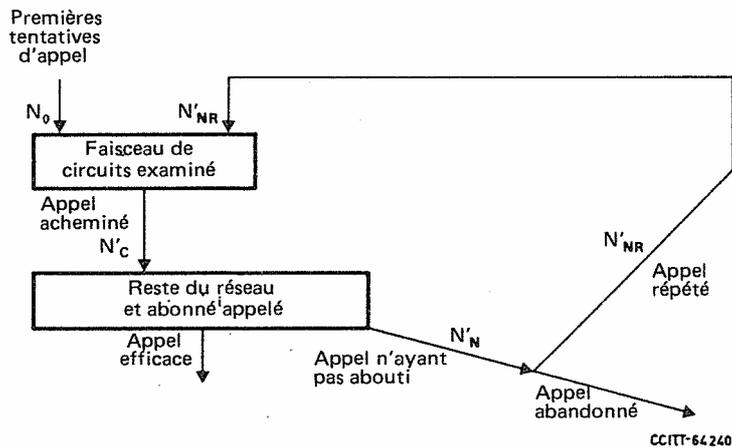


FIGURE A-2/E.501

Il est nécessaire d'estimer N'_c , qui correspond aux appels à acheminer lorsqu'il n'y a pas d'encombrement sur le faisceau de circuits. Cela est possible en établissant des relations entre N_c et N_0 (avant augmentation) et entre N'_c et N'_0 (après augmentation), étant donné que l'on suppose que le premier nombre de tentatives N_0 reste inchangé. On introduit les paramètres suivants:

H est la persistance globale d'abonné;

r' est le taux d'aboutissement des prises sur le faisceau de circuits.

Avant augmentation:

$$H = \frac{N_{NR} + N_{LR}}{N_N + N_L}$$

$$r' = \frac{N_c - N_N}{N_c}$$

Après augmentation:

$$H = \frac{N'_{NR}}{N'_N}$$

$$r' = \frac{N'_c - N'_N}{N'_c}$$

Pour des raisons de simplification, on admet que H et r' ne sont pas modifiés par l'augmentation. On peut facilement en déduire les deux formules ci-après:

$$N_0 = \frac{N_c [1 - H(1 - r') - r'BH]}{1 - B}$$

$$N_0 = N_c [1 - H(1 - r')]$$

d'où

$$N'_c = \frac{N_c \left[1 - \left(\frac{r'H}{1 - H(1 - r')} \right) B \right]}{1 - B}$$

En multipliant par la durée d'occupation moyenne h , on obtient une estimation du trafic offert en fonction du trafic écoulé.

La formule
$$H = \frac{\beta - 1}{\beta(1 - r)}$$

est valable à la fois avant et après l'augmentation et l'on peut aisément évaluer d'après les diagrammes présentés ci-dessus.

Remarque 1 – D'autres Administrations seront peut-être en mesure de fournir des renseignements concernant le taux d'aboutissement des appels vers le pays de destination examiné.

Remarque 2 – La procédure d'évaluation du facteur W mentionnée ci-dessus est fondée sur l'hypothèse que H , r' et h demeurent inchangés après l'augmentation. L'élimination de l'encombrement dans le faisceau considéré conduit à une modification de H et dans des cas pratiques cela cause une sous-évaluation du facteur H et en conséquence une surévaluation du trafic offert dans la formule du § 2.2. Selon une étude pertinente effectuée au cours de la période 1985-1988, la surévaluation est pratiquement négligeable si $B \leq 0,2$ et $r' \geq 0,6$. Pour des valeurs plus grandes B et plus petites r' , la surévaluation peut être importante, à moins que d'autres facteurs dont l'étude n'a pas tenu compte, ne la neutralisent. Il est toutefois nécessaire de faire attention à l'utilisation du tableau A-1/E.501 dans la gamme des valeurs indiquées. Dans le cas de réseaux à développement dynamique, la surévaluation du trafic offert et les prévisions qui en résultent peuvent être tolérées, mais cela peut ne pas être le cas pour des réseaux stables.

TABLEAU A-1/E.501

Valeurs de $\frac{1-WB}{1-B}$

$H =$	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
$B = 0,1$						
$r' = 0,3$	1,0653	1,0584	1,0505	1,0411	1,0300	1,0165
$r' = 0,4$	1,0574	1,0505	1,0427	1,0340	1,0241	1,0129
$r' = 0,5$	1,0512	1,0444	1,0370	1,0289	1,0202	1,0105
$r' = 0,6$	1,0462	1,0396	1,0326	1,0252	1,0173	1,0089
$r' = 0,7$	1,0421	1,0358	1,0292	1,0223	1,0152	1,0077
$r' = 0,8$	1,0387	1,0326	1,0264	1,0200	1,0135	1,0068
$B = 0,2$						
$r' = 0,3$	1,1470	1,1315	1,1136	1,0925	1,0675	1,0373
$r' = 0,4$	1,1293	1,1136	1,0961	1,0765	1,0543	1,0290
$r' = 0,5$	1,1153	1,1	1,0833	1,0652	1,0454	1,0238
$r' = 0,6$	1,1041	1,0892	1,0735	1,0568	1,0390	1,0201
$r' = 0,7$	1,0949	1,0806	1,0657	1,0503	1,0342	1,0174
$r' = 0,8$	1,0872	1,0735	1,0595	1,0451	1,0304	1,0154
$B = 0,3$						
$r' = 0,3$	1,2521	1,2255	1,1948	1,1587	1,1158	1,0639
$r' = 0,4$	1,2216	1,1948	1,1648	1,1311	1,0931	1,0498
$r' = 0,5$	1,1978	1,1714	1,1428	1,1118	1,0779	1,0408
$r' = 0,6$	1,1785	1,1530	1,1260	1,0974	1,0669	1,0345
$r' = 0,7$	1,1627	1,1382	1,1127	1,0862	1,0587	1,0299
$r' = 0,8$	1,1495	1,1260	1,1020	1,0774	1,0522	1,0264
$B = 0,4$						
$r' = 0,3$	1,3921	1,3508	1,3030	1,2469	1,1801	1,0995
$r' = 0,4$	1,3448	1,3030	1,2564	1,2040	1,1449	1,0775
$r' = 0,5$	1,3076	1,2666	1,2222	1,1739	1,1212	1,0634
$r' = 0,6$	1,2777	1,2380	1,1960	1,1515	1,1041	1,0537
$r' = 0,7$	1,2531	1,2150	1,1754	1,1342	1,0913	1,0466
$r' = 0,8$	1,2325	1,1960	1,1587	1,1204	1,0813	1,0411
$B = 0,5$						
$r' = 0,3$	1,5882	1,5263	1,4545	1,3703	1,2702	1,1492
$r' = 0,4$	1,5172	1,4545	1,3846	1,3061	1,2173	1,1162
$r' = 0,5$	1,4615	1,4	1,3333	1,2608	1,1818	1,0952
$r' = 0,6$	1,4166	1,3571	1,2941	1,2272	1,1562	1,0806
$r' = 0,7$	1,3797	1,3225	1,2631	1,2013	1,1369	1,0699
$r' = 0,8$	1,3488	1,2941	1,2380	1,1807	1,1219	1,0617

ANNEXE B

(à la Recommandation E.501)

Trafic offert équivalent

Dans le modèle à appels perdus, le trafic offert équivalent correspond au trafic qui produit le trafic écoulé observé conformément à la relation

$$y = A (1 - B)$$

où

y est le trafic écoulé,

A est le trafic offert équivalent,

B est l'encombrement d'appel dans la partie du réseau examinée.

Remarque 1 – Il s'agit d'un concept purement mathématique. Physiquement, il est seulement possible de déceler le nombre de tentatives de prise dont les conséquences sur l'occupation indiquent si ces tentatives donnent lieu à de très courtes tentatives de prise ou à des appels.

Remarque 2 – Le trafic offert équivalent, qui est plus important que le trafic écoulé et par conséquent plus important que le trafic efficace, est plus important que le trafic offert lorsque l'abonné fait preuve de persistance.

Remarque 3 – B est évalué sur une base purement mathématique de sorte qu'il est possible d'établir une relation directe entre le trafic écoulé et l'encombrement d'appel B et de ne pas tenir compte du rôle du trafic équivalent offert A .

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

<i>EXPLOITATION, NUMÉROTAGE, ACHEMINEMENT ET SERVICE MOBILE</i>	
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	
Plan d'acheminement international	E.350–E.399
<i>QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DE RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC</i>	
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 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.

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	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, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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 informatiques généraux des systèmes de télécommunication