This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE BLEU

TOME II – FASCICULE II.3

SERVICE TÉLÉPHONIQUE ET RNIS

QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DU RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC

RECOMMANDATIONS E.401 À E.880

IXe ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
MELBOURNE, 14-25 NOVEMBRE 1988

Genève 1989

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE BLEU

TOME II – FASCICULE II.3

SERVICE TÉLÉPHONIQUE ET RNIS

QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DU RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC

RECOMMANDATIONS E.401 À E.880

IXe ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
MELBOURNE, 14-25 NOVEMBRE 1988

Genève 1989

© UIT

Imprimé en Suisse

CONTENU DU LIVRE DU CCITT
EN VIGUEUR APRÈS LA NEUVIÈME ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE (1988)

LIVRE BLEU

Tome I

FASCICULE I.1 – Procès-verbaux et rapports de l'Assemblée plénière.

Liste des Commissions d'études et des Questions mises à l'étude.

FASCICULE I.2 – Vœux et Résolutions.

Recommandations sur l'organisation du travail du CCITT (série A).

FASCICULE I.3 – Termes et définitions. Abréviations et acronymes. Recommandations sur les moyens d'expression (série B) et les Statistiques générales des télécommunications (série C).

FASCICULE I.4 – Index du Livre bleu.

Tome II

FASCICULE II.1 – Principes généraux de tarification – Taxation et comptabilité dans les services internationaux de télécommunications. Recommandations de la série D (Commission d'études III).

FASCICULE II.2 – Service téléphonique et RNIS – Exploitation, numérotage, acheminement et service mobile. Recommandations E.100 à E.333 (Commission d'études II).

FASCICULE II.3 – Service téléphonique et RNIS – Qualité de service, gestion du réseau et ingénierie du trafic. Recommandations E.401 à E.880 (Commission d'études II).

FASCICULE II.4 – Services de télégraphie et mobile. Exploitation et qualité de service. Recommandations F.1 à F.140 (Commission d'études I).

FASCICULE II.5 – Services de télématique, de transmission de données et de téléconférence – Exploitation et qualité de service. Recommandations F.160 à F.353, F.600, F.601, F.710 à F.730 (Commission d'études I).

FASCICULE II.6 – Services de traitement des messages et d'annuaire – Exploitation et définition du service. Recommandations F.400 à F.422, F.500 (Commission d'études I).

Tome III

FASCICULE III.1 – Caractéristiques générales des communications et des circuits téléphoniques internationaux. Recommandations G.100 à G.181 (Commissions d'études XII et XV).

FASCICULE III.2 – Systèmes internationaux analogiques à courants porteurs. Recommandations G.211 à G.544 (Commission d'études XV).

FASCICULE III.3 – Supports de transmission – Caractéristiques. Recommandations G.601 à G.654 (Commission d'études XV).

FASCICULE III.4 – Aspects généraux des systèmes de transmission numériques; équipements terminaux. Recommandations G.700 à G.795 (Commissions d'études XV et XVIII).

FASCICULE III.5 – Réseaux numériques, sections numériques et systèmes de ligne numérique. Recommandations G.801 à G.961 (Commissions d'études XV et XVIII).

FASCICULE III.6 – Utilisation des lignes pour la transmission des signaux autres que téléphoniques. Transmissions radiophoniques et télévisuelles. Recommandations des séries H et J (Commission d'études XV).

FASCICULE III.7 – Réseau numérique avec intégration des services (RNIS) – Structure générale et possibilités de service. Recommandations I.110 à I.257 (Commission d'études XVIII).

FASCICULE III.8 – Réseau numérique avec intégration des services (RNIS) – Aspects généraux et fonctions globales du réseau, interfaces usager-réseau RNIS. Recommandations I.310 à I.470 (Commission d'études XVIII).

FASCICULE III.9 – Réseau numérique avec intégration des services (RNIS) – Interfaces entre réseaux et principes de maintenance. Recommandations I.500 à I.605 (Commission d'études XVIII).

Tome IV

FASCICULE IV.1 – Principes généraux de maintenance, maintenance des systèmes de transmission internationaux et de circuits téléphoniques internationaux. Recommandations M.10 à M.782 (Commission d'études IV).

FASCICULE IV.2 – Maintenance des circuits internationaux télégraphiques, phototélégraphiques et loués. Maintenance du réseau téléphonique public international. Maintenance des systèmes maritimes à satellites et de transmission de données. Recommandations M.800 à M.1375 (Commission d'études IV).

FASCICULE IV.3 – Maintenance des circuits radiophoniques internationaux et transmissions télévisuelles internationales. Recommandations de la série N (Commission d'études IV).

FASCICULE IV.4 – Spécifications des appareils de mesure. Recommandations de la série O (Commission d'études IV).

Tome V – Qualité de la transmission téléphonique. Recommandations de la série P (Commission d'études XII).

Tome VI

FASCICULE VI.1 – Recommandations générales sur la commutation et la signalisation téléphoniques. Fonctions et flux d'information pour les services du RNIS. Suppléments. Recommandations Q.1 à Q.118 *bis* (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.2 – Spécifications des Systèmes de signalisation n°s 4 et 5. Recommandations Q.120 à Q.180 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.3 – Spécifications du Système de signalisation n° 6. Recommandations Q.251 à Q.300 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.4 – Spécifications des Systèmes de signalisation R1 et R2. Recommandations Q.310 à Q.490 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.5 – Centraux numériques locaux, de transit, combinés et internationaux dans les réseaux numériques intégrés et les réseaux mixtes analogiques-numériques. Suppléments. Recommandations Q.500 à Q.554 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.6 – Interfonctionnement des systèmes de signalisation. Recommandations Q.601 à Q.699 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.7 – Spécifications du Système de signalisation n° 7. Recommandations Q.700 à Q.716 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.8 – Spécifications du Système de signalisation n° 7. Recommandations Q.721 à Q.766 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.9 – Spécifications du Système de signalisation n° 7. Recommandations Q.771 à Q.795 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.10 – Système de signalisation d'abonné numérique n° 1 (SAN 1), couche liaison de données. Recommandations Q.920 à Q.921 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.11 – Système de signalisation d'abonné numérique n° 1 (SAN 1), couche réseau, gestion usager-réseau. Recommandations Q.930 à Q.940 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.12 – Réseau mobile terrestre public, interfonctionnement du RNIS avec le RTPC. Recommandations Q.1000 à Q.1032 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.13 – Réseau mobile terrestre public. Sous-système application mobile et interface associées. Recommandations Q.1051 à Q.1063 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.14 – Interfonctionnement avec les systèmes mobiles à satellites. Recommandations Q.1100 à Q.1152 (Commission d'études XI).

Tome VII

FASCICULE VII.1 – Transmission télégraphique. Recommandations de la série R. Equipements terminaux pour les services de télégraphie. Recommandations de la série S (Commission d'études IX).

FASCICULE VII.2 – Commutation télégraphique. Recommandations de la série U (Commission d'études IX).

FASCICULE VII.3 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.0 à T.63 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.4 – Procédures d'essai de conformité pour les Recommandations télétex. Recommandation T.64 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.5 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.65 à T.101, T.150 à T.390 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.6 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.400 à T.418 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.7 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.431 à T.564 (Commission d'études VIII).

Tome VIII

FASCICULE VIII.1 – Communication de données sur le réseau téléphonique. Recommandations de la série V (Commission d'études XVII).

FASCICULE VIII.2 – Réseaux de communications de données: services et facilités, interfaces. Recommandations X.1 à X.32 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.3 – Réseaux de communications de données: transmission, signalisation et commutation, réseau, maintenance et dispositions administratives. Recommandations X.40 à X.181 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.4 – Réseaux de communications de données: interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle et notation, définition du service. Recommandations X.200 à X.219 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.5 – Réseaux de communications de données: interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Spécifications de protocole, essai de conformité. Recommandations X.220 à X.290 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.6 – Réseaux de communications de données: interfonctionnement entre réseaux, systèmes mobiles de transmission de données, gestion inter-réseaux. Recommandations X.300 à X.370 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.7 – Réseaux de communications de données: systèmes de messagerie. Recommandations X.400 à X.420 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.8 – Réseaux de communications de données: annuaire. Recommandations X.500 à X.521 (Commission d'études VII).

Tome IX – Protection contre les perturbations. Recommandations de la série K (Commission d'études V). Construction, installation et protection des câbles et autres éléments d'installations extérieures. Recommandations de la série L (Commission d'études VI).

Tome X

FASCICULE X.1 – Langage de spécification et de description fonctionnelles (LDS). Critères d'utilisation des techniques de description formelles (TDF). Recommandation Z.100 et Annexes A, B, C et E, Recommandation Z.110 (Commission d'études X).

FASCICULE X.2 – Annexe D de la Recommandation Z.100: directives pour les usagers du LDS (Commission d'études X).

FASCICULE X.3 – Annexe F.1 de la Recommandation Z.100: définition formelle du LDS. Introduction (Commission d'études X).

FASCICULE X.4 – Annexe F.2 de la Recommandation Z.100: définition formelle du LDS. Sémantique statique (Commission d'études X).

FASCICULE X.5 – Annexe F.3 de la Recommandation Z.100: définition formelle du LDS. Sémantique dynamique (Commission d'études X).

FASCICULE X.6 – Langage évolué du CCITT (CHILL). Recommandation Z.200 (Commission d'études X).

FASCICULE X.7 – Langage homme-machine (LHM). Recommandations Z.301 à Z.341 (Commission d'études X).

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE II.3 DU LIVRE BLEU

Partie I – Recommandations E.401 à E.428

Gestion du réseau téléphonique international et contrôle de la qualité du service

N° de la Rec.		Page
SECTION 1 –	*Statistiques relatives au service international*	
E.401	Statistiques du service téléphonique international (nombre de circuits en service et trafic)	3
SECTION 2 –	*Gestion du réseau téléphonique international*	
E.410	Gestion du réseau international – Informations générales	5
E.411	Gestion du réseau international – Directives d'exploitation	8
E.412	Commande de gestion du réseau	21
E.413	Gestion du réseau international – Planification	29
E.414	Gestion du réseau international – Organisation	34
SECTION 3 –	*Contrôle de la qualité du service téléphonique international*	
E.420	Contrôle de la qualité du service téléphonique international – Considérations générales	37
E.421	Observations de la qualité de service sur des bases statistiques	43
E.422	Observations de la qualité du service téléphonique international de départ	47
E.423	Observations du trafic établi par les opératrices	54
E.424	Appels d'essai	57
E.425	Observations automatiques internes	60
E.426	Directives générales concernant le pourcentage de tentatives d'appel efficaces qui devrait être respecté dans le cas des communications téléphoniques internationales	63
E.427	Collecte et analyse statistique des données spéciales d'observation de la qualité du service téléphonique pour évaluer les difficultés éprouvées par les usagers en exploitation automatique internationale	64
E.428	Maintien de la communication	67

Partie II – Recommandations E.500 à E.600

Ingénierie du trafic

SECTION 1 –	*Mesure et enregistrement du trafic*	
E.500	Principes de mesure de l'intensité du trafic	71
E.501	Estimation du trafic offert sur le réseau international	83

N° de la Rec.		Page
E.502	Spécifications des mesures de trafic relatives aux commutateurs de télécommunications à commande par programme enregistré (SPC) (numériques, notamment)	90
E.503	Analyse des données des mesures de trafic	105
E.504	Gestion des mesures de trafic	108
SECTION 2 –	*Prévision du trafic international*	
E.506	Prévision du trafic téléphonique international	111
E.507	Modèles de prévision du trafic international	128
E.508	Prévisions relatives aux nouveaux services internationaux	148
SECTION 3 –	*Détermination du nombre de circuits en exploitation manuelle*	
E.510	Détermination du nombre de circuits en exploitation manuelle	157
SECTION 4 –	*Détermination du nombre de circuits en exploitation automatique et semi-automatique*	
E.520	Détermination du nombre de circuits nécessaires (sans possibilité de débordement automatique) en exploitation automatique et semi-automatique	159
E.521	Calcul du nombre de circuits dans un faisceau écoulant du trafic de débordement	161
E.522	Nombre de circuits dans un faisceau débordant	171
E.523	Schémas types de distribution du trafic dans le cas de courants de trafic internationaux	181
E.524	Approximations du trafic de débordement pour des courants de trafic non aléatoires	187
E.525	Méthodes de protection du service	196
SECTION 5 –	*Qualité d'écoulement du trafic*	
E.540	Qualité globale d'écoulement du trafic sur la partie internationale d'une connexion internationale	201
E.541	Qualité globale d'écoulement du trafic international (d'abonné à abonné)	202
E.543	Qualité d'écoulement du trafic dans les centres de commutation numériques internationaux	205
E.550	Qualité d'écoulement du trafic et nouveaux critères de comportement en cas de dérangement dans les centres de commutation téléphoniques internationaux	208
SECTION 6 –	*Définitions*	
E.600	Termes et définitions relatifs à l'ingénierie du télétrafic	217
SECTION 7 –	*Ingénierie du trafic dans le RNIS*	
E.700	Cadre général des Recommandations de la série E.700	229
E.701	Connexions de référence pour l'ingénierie du trafic	229
E.710	Description générale des caractéristiques de trafic du RNIS	231
E.711	Demande des usagers	232
E.713	Modèles de trafic du plan commande	244
E.720	Notion de qualité d'écoulement du trafic dans le RNIS	251
E.721	Paramètres de qualité d'écoulement du trafic «usager» sur le RNIS	253

Partie III – Recommandations E.800 à E.880

Qualité de service; notions, modèles, objectifs, planification de la sûreté de fonctionnement

N° de la Rec.		Page
SECTION 1 –	*Termes et définitions relatives à la qualité des services de télécommunications*	
E.800	Vocabulaire de la qualité du service et de la sûreté de fonctionnement	257
SECTION 2 –	*Modèles pour des services de télécommunications*	
E.810	Modèle pour la servibilité lors d'une communication de base sur le réseau téléphonique	269
E.830	Modèles pour la répartition des objectifs de continuabilité, accessibilité et intégrité des communications téléphoniques internationales	272
SECTION 3 –	*Objectifs de qualité de service et notions liées aux services de télécommunications*	
E.845	Objectif d'accessibilité de la communication pour le service téléphonique international .	275
E.850	Objectif de continuabilité de la communication pour le service téléphonique international	281
E.855	Intégrité des communications pour le service téléphonique international	286
SECTION 4 –	*Utilisation des objectifs de qualité de service pour la planification des réseaux de télécommunications*	
E.862	Planification de la sûreté de fonctionnement des réseaux de télécommunications	291
SECTION 5 –	*Rassemblement de données d'exploitation, analyse et évaluation de la qualité des équipements, des réseaux et des services*	
E.880	Collecte et évaluation de données d'exploitation sur la qualité des équipements, des réseaux et des services	303

Partie IV – Supplément aux Recommandations de la série E relatifs à la gestion du réseau téléphonique et à l'ingénierie du trafic téléphonique

Supplément n° 1	Table de la formule d'Erlang	313
Supplément n° 2	Courbes montrant la relation entre le trafic offert et le nombre de circuits nécessaires	314
Supplément n° 3	Informations sur l'acheminement du trafic dans le réseau international	315
Supplément n° 4	Utilisation de l'ordinateur pour la planification des réseaux et la prévision des moyens d'écoulement du trafic	316
Supplément n° 5	Répercussions, sur la commutation internationale et les procédures d'exploitation, des perturbations du trafic résultant de la défaillance d'un moyen de transmission . .	316
Supplément n° 6	Termes et définitions pour les études sur la qualité de service, la qualité technique du réseau, la sûreté de fonctionnement et la traficabilité	317
Supplément n° 7	Guide pour l'évaluation et la mise en œuvre de réseaux à acheminement détourné . .	366

RÉAMÉNAGEMENT DES RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE E

1 *Fascicule II.2*

1.1 Les Recommandations nouvelles et le supplément énumérés ci-après n'existaient pas dans le fascicule II.2 du *Livre rouge* et ont été rédigés au cours de la période d'études 1985-1988:

Recommandations

E.118	E.184
E.133	E.214
E.152	E.215
E.165	E.216
E.166	E.301
E.167	E.330
E.170 [1]	supplément n° 7
E.172	

1.2 Les Recommandations ci-après qui existaient dans le fascicule II.2 du *Livre rouge* ont fait l'objet d'une révision, importante dans de nombreux cas, au cours de la période d'études 1985-1988:

Recommandations

E.100	E.160
E.110	E.161
E.112	E.163
E.115	E.164
E.116	E.171
E.121	E.180
E.123	E.182
E.141	

1.3 Le texte de la Recommandation et du supplément cités ci-après ne figure plus dans le *Livre bleu*; cependant, une référence de ce texte contenu dans le fascicule II.2 du *Livre rouge*, est donnée dans la présente édition:

E.125	supplément n° 5

2 *Fascicule II.3*

2.1 Les Recommandations nouvelles et le supplément énumérés ci-après n'existaient pas dans le fascicule II.3 du *Livre rouge* et ont été rédigés au cours de la période d'études 1985-1988:

Recommandations

E.412	E.710
E.428	E.711
E.503	E.713
E.504	E.720
E.507	E.721
E.508	E.855
E.524	E.862
E.525	E.880
E.700	supplément n° 6
E.701	

[1] Cette Recommandation a été complètement remaniée par rapport à celle qui existait dans le *Livre rouge*.

2.2 Les Recommandations ci-après, qui existaient dans le fascicule II.3 du *Livre rouge*, ont fait l'objet d'une révision, importante dans de nombreux cas, au cours de la période d'études 1985-1988:

Recommandations

E.410
E.411
E.413 (anciennement numérotée E.412)
E.414 (anciennement numérotée E.413)
E.420
E.424
E.500
E.501
E.502
E.506
E.550
E.600
E.800 (anciennement Rec. G.106)
E.810 (anciennement Rec. G.107)
E.830 (anciennement Rec. G.108)
E.845 (anciennement Rec. G.180)
E.850 (anciennement Rec. G.181)

2.3 Les suppléments énumérés ci-après, qui existaient dans le fascicule II.3 du *Livre rouge*, sont supprimés à partir de l'édition du *Livre bleu*:

Suppléments

n° 6 [2)]

n° 8 (mis à jour et converti en Rec. 301, fascicule II.2)

NOTES

1 Les Questions confiées à chaque Commission d'études pour la période 1989-1992 figurent dans la contribution n° 1 de la Commission correspondante.

2 Dans ce fascicule, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une Administration de télécommunications qu'une exploitation privée reconnue de télécommunications.

---

2) Ce supplément a été remplacé par des informations contenues dans les Recommandations E.411 et Q.297.

PARTIE I

Recommandations E.401 à E.428

GESTION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DU SERVICE

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 1

STATISTIQUES RELATIVES AU SERVICE INTERNATIONAL

Recommandation E.401

STATISTIQUES DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL (NOMBRE DE CIRCUITS EN SERVICE ET TRAFIC)

(Statistiques échangées entre Administrations)

Les Administrations échangent entre elles chaque année *dans le courant du mois de février* les statistiques donnant le nombre de circuits utilisés et les trafics observés au cours de l'année précédente, ainsi que l'état estimatif des circuits qui seront nécessaires trois ans et cinq ans plus tard. Ces statistiques sont établies suivant le modèle ci-après.

Une copie de ces statistiques est communiquée au Secrétariat du CCITT pour information.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.401)

Explications sur la façon de remplir le tableau de la statistique du trafic téléphonique international

Colonne 1 — Désignation du faisceau en indiquant d'abord le nom du centre de départ et ensuite celui du centre d'arrivée. Pour les faisceaux à exploitation bidirectionnelle, on respectera l'ordre alphabétique.

Colonnes 2 et 3 — Nombre de circuits en service au *31 décembre* de l'année de la statistique.
On indiquera ce nombre dans la colonne 2 s'il s'agit de circuits de départ et dans la colonne 3 s'il s'agit de circuits bidirectionnels.

Colonnes 4 et 5 — Nombre de circuits qui auraient été nécessaires pendant l'année de la statistique.

Colonne 6 — Mode d'exploitation.

On utilisera les abréviations suivantes:

A pour automatique,
SA pour semi-automatique,
M pour manuel,
A + SA pour automatique et semi-automatique.

Colonne 7 — Destination du trafic.

Dans cette colonne, on utilisera une ligne par relation.

Dans l'exemple donné, le trafic écoulé sur le faisceau Zürich-København est destiné au Danemark (terminal), à la Suède, à la Norvège et à la Finlande (transit). Dans ce cas, on indiquera les renseignements des colonnes 8, 9, 10 et 11 pour chacune des destinations du trafic. On n'omettra cependant pas d'indiquer le trafic global. Ces renseignements seront réunis par une accolade. Si les faisceaux considérés n'acheminent que du trafic destiné au pays dans lequel se situe le centre d'arrivée, la colonne 7 ne contiendra que la mention «terminal».

Colonnes 8 et 9 Trafic à l'heure chargée, en erlangs (voir la Recommandation E.600).

On indiquera dans la colonne 9 le trafic mesuré pendant le mois le plus chargé de l'année de la statistique. Pour les faisceaux de circuits bidirectionnels, on indiquera le trafic total départ + arrivée. Dans la colonne 8, on indiquera en chiffres romains (I à XII) le mois de l'année pendant lequel le trafic a été mesuré.

Colonne 10 Heure chargée (UTC).

Il s'agit de l'heure chargée telle qu'elle est définie dans la Recommandation E.600.

Colonne 11 Taux d'accroissement annuel du trafic. Chaque Administration donnera connaissance dans cette colonne du taux d'accroissement annuel du trafic par rapport à l'année précédente.

Colonnes 12 et 13 On indiquera dans les colonnes 12 et 13 les nombres de circuits probablement nécessaires pour écouler le trafic respectivement trois et cinq ans plus tard. Si, par exemple, la statistique porte sur l'année 1982 et est effectuée en février 1983, les nombres de circuits probables indiqués dans la colonne 12 seront ceux nécessaires en 1986 et dans la colonne 13 ceux nécessaires en 1988.

Statistique du trafic téléphonique international

Année: .....

Circuits	Nombre de circuits en service		Nombre de circuits qui auraient été nécessaires		Mode d'exploitation	Destination du trafic	Trafic à l'heure chargée		Début de l'heure chargée (UTC)	Taux d'accroissement du trafic	Prévision en circuits		Observations
	Départ	Bidirectionnels	Départ	Bidirectionnels			Mois	Erlangs			Dans trois ans	Dans cinq ans	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(Exemple)													
Zürich-Kobenhavn	24	—	20	—	SA	Terminal	X	8	10.00	15 %			
						Suède [a]	X	4	10.15	12 %			
						Norvège	X	2	9.45	13 %			[a] Trafic de débordement du faisceau Zürich-Stockholm
						Finlande	X	1	10.30	7 %			
						Total	X	15	10.00	14 %	28	32	
Zürich-Stockholm	12	—	11	—	SA	Terminal	IX	5,5	10.15	12 %	13	15	

SECTION 2

GESTION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL

Recommandation E.410

GESTION DU RÉSEAU INTERNATIONAL – INFORMATIONS GÉNÉRALES

1 Introduction

La demande de services téléphoniques internationaux continue d'augmenter considérablement. Elle peut être satisfaite grâce aux progrès réalisés dans les domaines de la technique et de l'exploitation. Le développement du trafic a également obligé à réaliser des systèmes de transmission et des centres de commutation de plus grande capacité, pour obtenir économiquement la capacité correspondant à la qualité d'écoulement du trafic recommandée. Avec le développement continu du service automatique international, la surveillance et le contrôle directs du trafic ont beaucoup diminué, puisque, dans la majorité des cas, les opératrices n'interviennent plus dans l'établissement des communications.

De plus, en raison de l'introduction de systèmes de transmission et de commutation numériques de plus grande capacité et de l'utilisation de systèmes de signalisation par canal sémaphore, le réseau téléphonique international, hautement interactif et comportant de nombreuses interconnexions, est devenu de plus en plus vulnérable à la surcharge et à l'encombrement du trafic. Car, ces événements peuvent se produire avec un faible préavis, voire sans aucun préavis.

Un certain nombre d'événements sont susceptibles de se produire qui peuvent avoir un effet défavorable sur les conditions d'exploitation du service téléphonique international. Parmi ces événements, il convient de mentionner:

- la défaillance d'un système de transmission national ou international;
- la défaillance de centres de commutation internationaux ou nationaux;
- la mise hors service planifiée de systèmes de transmission et de centres de commutation;
- les augmentations anormales de la demande de trafic. Les événements qui donnent naissance à cette demande de trafic inhabituelle peuvent être prévus (par exemple: jours fériés nationaux, manifestations sportives internationales) ou imprévisibles (par exemple: catastrophes naturelles, crises politiques);
- les surcharges focalisées, et notamment, les appels massifs;
- la difficulté de faire face aux besoins du trafic international, par exemple, à la suite de délais dans la mise en œuvre de circuits ou d'équipements supplémentaires;
- l'encombrement des réseaux en connexion.

Ces événements risquent de provoquer un encombrement qui, s'il n'est pas maîtrisé, peut s'étendre et dégrader fortement le service dans d'autres parties du réseau international. Des actions entreprises rapidement pour juguler les effets de ces événements sur le service peuvent être très bénéfiques pour l'ensemble du réseau international.

De plus, l'interfonctionnement avec d'autres réseaux se développera parallèlement à l'évolution du réseau téléphonique vers le RNIS. Dans ces conditions, les défaillances ou les encombrements affectant un réseau ou l'interface entre réseaux pourront influer défavorablement sur le fonctionnement des réseaux connectés.

Pour ces raisons, on a été amené à prévoir la «gestion du réseau international», qui englobe toutes les activités destinées à réduire l'influence, sur le service, de toute situation ayant des effets défavorables sur le réseau téléphonique international, et par la suite, sur le RNIS.

Remarque – La plupart des directives concernant la gestion du réseau international peuvent s'appliquer également aux réseaux nationaux.

2 Définition de la gestion du réseau international

La **gestion du réseau international** est la fonction de supervision du réseau international et, lorsque cela est nécessaire, la mise en œuvre de dispositions destinées à maîtriser l'écoulement du trafic.

La gestion du réseau exige une surveillance et des mesures en temps réel de l'état et du fonctionnement du réseau et la capacité de prendre des mesures d'urgence pour contrôler l'écoulement du trafic.

3 Objectifs de la gestion du réseau

La gestion du réseau international vise à faire aboutir le plus grand nombre possible d'appels. Cet objectif peut être atteint par une utilisation maximale de tous les équipements et installations disponibles, dans toutes les situations possibles, par l'application des principes énumérés ci-dessous.

4 Principes régissant la gestion du réseau international

4.1 *Tirer parti de tous les circuits disponibles*

Pendant certaines périodes, l'évolution du trafic empêche de satisfaire la demande par les circuits disponibles sur les voies d'acheminement normales. Or, il peut arriver qu'au même moment, de nombreux circuits à destination d'autres points soient libres, le trafic se répartissant différemment pour diverses raisons (différences de fuseaux horaires, d'habitudes locales ou de saisons chargées). Après négociations et accords entre les Administrations intéressées, une partie ou la totalité du trafic exceptionnellement élevé peut être réacheminée sur ces circuits libres.

4.2 *Charger tous les circuits disponibles avec du trafic présentant une probabilité élevée d'aboutir à des appels efficaces*

Les limitations du réseau téléphonique tiennent en général à sa capacité de circuits; par conséquent, le nombre d'appels efficaces simultanés dépend du nombre de circuits disponibles. Toutefois, les appels inefficaces occupent des circuits qui seraient sans cela disponibles pour des appels efficaces. C'est pourquoi, en décelant les tentatives d'appels qui risquent d'être inefficaces à cause d'un événement survenu dans le réseau (par exemple, une défaillance) et en réduisant leur nombre dans le réseau aussi loin que possible en amont, on peut libérer une certaine capacité de circuits pour acheminer les appels qui présentent une probabilité élevée d'aboutir.

4.3 *Lorsque tous les circuits disponibles sont utilisés, donner la priorité à des communications n'exigeant qu'un nombre minimum de circuits pour constituer une liaison*

Quand des réseaux téléphoniques sont conçus pour l'acheminement détourné automatique des appels, l'exploitation est efficace lorsque les charges de trafic sont égales ou inférieures aux valeurs calculées. Toutefois, à mesure que les charges de trafic augmentent au-dessus des valeurs calculées, l'aptitude du réseau à acheminer des appels efficaces diminue, puisque davantage d'appels exigera deux ou plusieurs circuits pour constituer une liaison. Ces appels aggravent le risque qu'un appel à plusieurs circuits bloque plusieurs appels potentiels.

L'acheminement détourné automatique doit donc être limité de manière à donner la préférence au trafic acheminé directement, pendant les périodes où la demande est particulièrement forte.

4.4 *Restreindre l'encombrement des systèmes de commutation et l'empêcher de s'étendre*

Une augmentation considérable du nombre des tentatives de commutation peut entraîner un encombrement du système de commutation lorsque la capacité d'un centre de commutation est dépassée. Si l'on ne remédie pas à cet encombrement, il peut s'étendre à d'autres centres ou réseaux connectés et aggraver la dégradation du comportement du réseau. Il faut appliquer des méthodes de gestion du réseau qui empêchent l'encombrement du système de commutation, en éliminant du centre de commutation encombré les tentatives d'appel qui ont peu de chances d'aboutir.

Remarque – La gestion du réseau implique que celui-ci soit correctement conçu, du point de vue technique, pour un volume de trafic normal, comme spécifié dans les Recommandations E.171, E.510, E.520, E.522, E.540 et E.541.

5 Avantages de la gestion du réseau international

Parmi les avantages que peut procurer la gestion du réseau international, il convient de mentionner:

5.1 L'augmentation des recettes résultant d'un accroissement du nombre des appels ayant abouti.

5.2 L'amélioration du service offert aux abonnés, avec corrélativement:

- une amélioration des relations avec les abonnés,
- une stimulation du taux d'appel,
- une meilleure acceptation des nouveaux services par les abonnés.

5.3 Une utilisation plus efficace du réseau, avec corrélativement:

- une augmentation du rendement des capitaux investis dans le réseau,
- une amélioration du rapport appels efficaces/appels inefficaces.

5.4 Une meilleure connaissance de l'état et du fonctionnement réels du réseau, ce qui conduit à:

- l'établissement de priorités pour la gestion et la maintenance du réseau,
- l'amélioration de l'information relative à la planification du réseau,
- l'amélioration de l'information d'après laquelle peuvent être prises les décisions relatives aux investissements futurs (capitaux engagés dans le réseau),
- l'amélioration des relations avec le public.

5.5 La protection des recettes et des services essentiels, notamment en cas de situations «catastrophiques» pour le réseau.

6 Fonctions de gestion du réseau

La gestion du réseau englobe toutes les fonctions nécessaires pour déceler les situations susceptibles d'influer défavorablement sur le fonctionnement du réseau et sur les services offerts à l'abonné, ainsi que l'application des actions du réseau visant à en minimiser les effets. Ces fonctions sont les suivantes:

a) surveillance de l'état et du fonctionnement du réseau en temps réel ce qui suppose collecte et analyse des données y afférentes;

b) détection des conditions anormales dans le réseau;

c) recherche et identification des causes de ces conditions anormales;

d) actions correctives et (ou) contrôle;

e) coopération et coordination avec d'autres centres de gestion du réseau, aux échelons national et international, pour tout ce qui concerne la gestion du réseau international et le rétablissement du service;

f) coopération et coordination dans d'autres domaines (par exemple, maintenance, services d'opératrice ou planification) au sujet des éléments susceptibles d'affecter le service;

g) publication de rapports sur les situations anormales de réseau, sur les dispositions prises et les résultats obtenus, destinés aux autorités supérieures et aux autres départements, ministères et Administrations intéressés, selon les besoins;

h) planification préventive correspondant à certaines situations connues ou prévisibles.

7 Coopération et coordination

L'efficacité de la gestion du réseau dépend de la disponibilité immédiate d'informations indiquant le moment et l'endroit où se présentent des difficultés et de la présence d'une équipe compétente travaillant en collaboration avec tous les secteurs de l'organisation de télécommunications. La coordination est non seulement nécessaire à la planification et à la construction du réseau, mais aussi à sa gestion. En raison de la nature du réseau, des défaillances d'équipements ou des surcharges engendrent fréquemment un fonctionnement inacceptable à une distance éloignée du lieu où elles se produisent. Par conséquent, les autorités chargées de la surveillance et de la gestion du réseau, aux échelons national et international, doivent coopérer pour assurer un service efficace.

La gestion du réseau, qui est par nature très technique, dépend de la compétence et de l'esprit d'initiative des personnes qui en connaissent les principes, les objectifs, la terminologie, les techniques et les outils. Ces éléments sont spécifiés dans les Recommandations E.410 à 414 et servent de base pour la coopération et la coordination, éléments essentiels de la gestion du réseau.

8 Autres Recommandations concernant la gestion du réseau

8.1 La Recommandation E.411 fournit des directives pour la gestion du réseau, qui portent sur:

- les paramètres indiquant l'état et le fonctionnement du réseau,
- les actions de contrôle d'expansion et de protection du trafic,
- les critères d'application des commandes.

8.2 La Recommandation E.412 fournit des informations sur les commandes de gestion du réseau:

- trafic à commander,
- actions de commande du centre de commutation,
- commandes automatiques,
- état des commandes de gestion,
- commandes par opérateurs.

8.3 La Recommandation E.413 contient des directives de planification applicables à certains événements:

- jours de pointe,
- défaillances des systèmes de transmission,
- défaillances des commutateurs,
- défaillances des systèmes de signalisation par canal sémaphore,
- situations d'appels massifs,
- catastrophes,
- introduction de nouveaux services.

8.4 La Recommandation E.414 décrit les éléments fonctionnels d'une organisation de gestion du réseau, qui doivent être recensés à l'échelon international pour permettre les contacts, en matière:

- de planification et de liaison,
- de mise en œuvre et de commande,
- de développement.

8.5 Il convient de souligner que, pour tirer certains avantages de l'application des techniques de gestion du réseau, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre toutes ces Recommandations, notamment au début. Celles-ci fournissent néanmoins des informations détaillées sur des techniques très variées, certaines d'application facile, d'autres pouvant exiger un travail de planification et de conception considérable. Le Manuel intitulé «Qualité de service, maintenance et gestion des réseaux des télécommunications» [1] peut fournir des renseignements supplémentaires.

Référence

[1] Manuel du CCITT *Qualité de service, maintenance et gestion des réseaux des télécommunications*, UIT, Genève, 1984.

Recommandation E.411

GESTION DU RÉSEAU INTERNATIONAL – DIRECTIVES D'EXPLOITATION

1 Introduction

La gestion du réseau exige une surveillance et des mesures en temps réel de l'état et du fonctionnement actuels du réseau et, lorsque cela est nécessaire, la capacité de prendre des mesures d'urgence pour contrôler l'écoulement du trafic (voir la Recommandation E.410). La présente Recommandation contient des directives permettant d'atteindre ces objectifs, ainsi qu'une description des paramètres d'état et de fonctionnement du réseau, des actions de contrôle de l'écoulement du trafic et de leurs critères d'application. A noter qu'il n'est pas nécessaire de recourir à la totalité de ces paramètres et actions de contrôle pour mettre en œuvre des fonctions limitées de gestion du réseau mais que l'application de certains d'entre eux, judicieusement choisis, entraînera déjà des améliorations notables (voir le § 5 de la Recommandation E.410). De plus, la présente Recommandation contient des directives sur la manière d'entamer la gestion du réseau ainsi que des renseignements concernant la mise en œuvre d'un centre de gestion du réseau et l'utilisation des systèmes de signalisation par canal sémaphore pour la gestion du réseau.

2 Renseignements nécessaires

2.1 La gestion du réseau exige que l'on sache où et pourquoi des difficultés se produisent ou risquent de se produire dans le réseau. Ces renseignements sont essentiels pour pouvoir identifier, aussi rapidement que possible, l'origine et l'effet d'une difficulté. Ils sont à la base des décisions que l'on prend pour la gestion du réseau.

2.2 Les renseignements relatifs aux difficultés actuelles peuvent être fournis par:

a) la surveillance en temps réel de l'état et du fonctionnement du réseau;

b) les comptes rendus des opératrices téléphoniques, indiquant les points où elles rencontrent des difficultés ou signalant les réclamations de clients qui ont des difficultés;

c) les rapports concernant les défaillances et les mises hors service programmées du système de transmission (ces rapports ne se limitent pas nécessairement au réseau d'une seule Administration, mais doivent refléter la situation du réseau international dans son ensemble);

d) les rapports concernant les défaillances et les mises hors service programmées des centres de commutation internationaux ou nationaux;

e) les comptes rendus des organes de grande information décrivant des événements imprévus, qui stimulent le trafic (par exemple: catastrophes naturelles).

2.3 Les renseignements relatifs aux difficultés susceptibles de se produire dans l'avenir peuvent être fournis par:

a) les rapports concernant les futures mises hors service programmées des systèmes de transmission;

b) les rapports concernant les futures mises hors service programmées des centres de commutation internationaux ou nationaux;

c) la connaissance d'événements spéciaux (par exemple, rencontres sportives internationales, élections politiques);

d) la connaissance des célébrations et jours fériés nationaux (par exemple: Noël, Nouvel An).

e) une analyse du fonctionnement antérieur du réseau.

2.4 Le service collectant les informations relatives à la disponibilité des systèmes, défini dans la Recommandation M.721, constituera une source d'information pratique pour beaucoup de renseignements indiqués ci-dessus.

3 Données sur l'état et le fonctionnement du réseau

3.1 Pour pouvoir déterminer où et quand se produisent, ou sont susceptibles de se produire des difficultés dans le réseau, on a besoin de données fournissant une mesure du comportement du réseau et décrivant son état de fonctionnement. Ces données doivent être rassemblées et traitées en temps réel et peuvent nécessiter l'utilisation de valeurs de seuil (voir le § 5.1).

3.2 Ces données peuvent être rassemblées de différentes manières, notamment par des compteurs dans les commutateurs électromécaniques qui sont lus directement, lorsque cela est nécessaire (par exemple, pendant les périodes où le trafic est élevé ou lors d'événements spéciaux), des imprimés de données provenant des centraux à commande par programme enregistré ou par des systèmes informatisés d'exploitation pour la gestion du réseau capables de recueillir et de traiter les données provenant d'un grand nombre de centres de commutation.

3.3 Les renseignements sur l'état du réseau portent aussi sur l'état des centres de commutation, des faisceaux de circuits et des systèmes de signalisation par canal sémaphore. Ces renseignements peuvent être fournis par un ou plusieurs dispositifs d'affichage: imprimantes de données, terminaux à écran de visualisation et (ou) indicateurs sur un tableau d'affichage ou console de gestion de réseau. Pour être utiles, les indications d'état du réseau doivent être disponibles le plus rapidement possible.

3.3.1 Les renseignements sur l'état du central portent sur les points suivants:

Mesures de la charge – Elles sont indiquées par le comptage de tentatives d'appel, les données relatives à l'utilisation ou à l'occupation, les données sur le pourcentage de capacité en temps réel disponible (ou utilisée), le taux de blocage, le pourcentage d'équipement utilisé, le comptage des deuxièmes tentatives, etc.

Mesures de l'encombrement – Elles sont indiquées par le retard de traitement des appels entrants, le temps d'occupation de l'équipement, le temps moyen d'établissement et de traitement d'une communication, la longueur de la file d'attente pour l'équipement de commande centralisé (ou files d'attente de logiciel), et le nombre d'interruptions de l'équipement, etc.

Disponibilité de service de l'équipement du centre de commutation – Ces renseignements indiquent quand les principaux éléments de l'équipement sont occupés pour le trafic. Ils peuvent mettre en évidence une cause de difficulté ou avertir que des difficultés risquent de survenir si la demande augmente.

Indication d'encombrement – En plus des données mentionnées ci-dessus, les indications suivantes qui peuvent être fournies par des centres à commande par programme enregistré, correspondent aux niveaux d'encombrement:

- encombrement modéré niveau 1
- encombrement sérieux niveau 2
- incapacité de traiter les appels niveau 3.

Remarque – Les centres à commande par programme enregistré ne sont pas toujours en mesure de fournir une indication de niveau 3 lors de défaillances catastrophiques, même si cela est souhaitable.

La disponibilité de renseignements spécifiques sur l'état d'un commutateur dépend de la technique de commutation utilisée par chaque Administration. Les Recommandations E.502 et Q.544 fournissent des indications détaillées sur les mesures dans les commutateurs.

3.3.2 Les données relatives à l'état des faisceaux de circuits portent sur les points suivants:

- état de tous les faisceaux de circuits desservant une destination,
- état de chacun des sous-faisceaux de circuits d'un faisceau de circuits,
- état des circuits sur chaque faisceau de circuits.

Les indicateurs d'état du réseau doivent être fournis pour pouvoir déterminer quand le réseau disponible est utilisé «à plein», notamment en précisant le moment où:

- tous les circuits d'un faisceau de circuits sont occupés,
- tous les circuits d'un sous-faisceau de circuits sont occupés,
- tous les faisceaux de circuits disponibles desservant une destination donnée sont occupés.

Ces indications révèlent la présence ou l'imminence d'un encombrement. Des renseignements sur l'état du réseau peuvent mettre en évidence la disponibilité du réseau pour le service, en mentionnant le nombre ou le pourcentage de circuits qui, dans chaque faisceau de circuits, sont occupés ou disponibles pour le trafic.

Ces renseignements pourraient servir à déceler la cause de la difficulté ou à indiquer que des difficultés risquent de survenir si la demande augmente.

3.3.3 L'état du système de signalisation par canal sémaphore fournit des renseignements qui indiqueront un dérangement ou un encombrement de signalisation à l'intérieur du système. Il concerne les éléments suivants:

- réception d'un signal de transfert prohibé (systèmes de signalisation n°s 6 et 7),
- déclenchement d'une procédure de remise en marche d'urgence (système de signalisation n° 6),
- présence d'un débordement de la mémoire tampon du terminal de signalisation (système de signalisation n° 6),
- indisponibilité d'un canal sémaphore (système de signalisation n° 7),
- indisponibilité d'une route sémaphore (système de signalisation n° 7),
- inaccessibilité d'une destination (système de signalisation n° 7).

Ces données peuvent aider à découvrir la cause de la difficulté ou avertir que des difficultés risquent de survenir à mesure que la demande augmente.

3.3.3.1 Des mesures prises en matière de gestion du réseau peuvent contribuer à réduire l'encombrement des systèmes de signalisation par canal sémaphore en restreignant le trafic offert aux faisceaux de circuits des systèmes de signalisation par canal sémaphore ou en déviant le trafic vers les faisceaux de circuits des systèmes de signalisation traditionnels.

3.4 Les données sur le comportement du réseau doivent concerner:

- les conditions d'écoulement du trafic sur chaque faisceau de circuits;
- les conditions d'écoulement du trafic vers chaque destination;
- l'efficacité des mesures prises en matière de gestion du réseau.

De plus, il peut y avoir intérêt à rassembler des données sur le fonctionnement du réseau, selon les différentes combinaisons de faisceaux de circuits et de destination et les classes de trafic (numérotation par l'opérateur, numérotation par l'abonné, transit, par exemple). (Voir le § 2.1 de la Recommandation E.412.)

3.5 La collecte des données doit être assurée par un système de mesure fonctionnant d'une manière continue ou ayant une fréquence d'échantillonnage suffisamment élevée pour fournir les renseignements requis. Par exemple, pour un équipement de commutation à commande centralisée, la fréquence d'échantillonnage nécessaire pourrait être de l'ordre d'un échantillon par seconde.

Les rapports concernant l'état et le fonctionnement du réseau doivent être établis périodiquement – par exemple, à intervalles de 3 minutes, 5 minutes, 15 minutes, 30 minutes ou une heure – les rapports les plus fréquents étant normalement les plus utiles. Toutefois, ces derniers rapports peuvent fournir des données erronées en raison d'une crête d'intensité du trafic, notamment sur de petits faisceaux de circuits. Les rapports de données établis par un système d'exploitation pour la gestion du réseau ont plus de valeur du fait qu'ils fournissent une description plus générale du comportement du réseau.

3.6 Les renseignements concernant le comportement du réseau sont généralement exprimés au moyen de paramètres facilitant l'identification des difficultés qui se présentent dans le réseau. On trouvera ci-après quelques-uns de ces paramètres.

3.6.1 pourcentage de débordement (% DBM)

Ce pourcentage caractérise le rapport existant, au cours d'une période de temps donnée, entre d'une part le nombre total de tentatives de prise sur un faisceau de circuits ou pour une destination donnée et d'autre part le nombre de tentatives de prise ne trouvant pas de circuit libre. Il fournira donc une indication relative au débordement d'un faisceau de circuits sur un autre ou sur les tentatives de prise qui échouent parce que tous les faisceaux de circuits vers une destination donnée sont occupés.

$$\% \text{ DBM} = \frac{\begin{array}{c}\text{Nombre de tentatives de prise de débordement} \\ \text{(sur un autre faisceau de circuits ou confrontées à un signal d'occupation de circuit)}\end{array}}{\begin{array}{c}\text{Nombre total de tentatives de prise sur un faisceau de circuits} \\ \text{(ou sur tous faisceaux de circuits desservant une destination donnée)}\end{array}} \times 100$$

3.6.2 tentatives de prise par circuit et par heure (TCH)[1)]

Ce paramètre indique le nombre moyen des tentatives de prise par circuit, pendant un intervalle de temps donné. Il permet donc de spécifier la demande et, quand il s'agit de mesures à chacune des extrémités d'un faisceau de circuits à exploitation bidirectionnelle, d'identifier le sens de transmission dans lequel la demande est la plus élevée.

$$\text{TCH} = \frac{\text{Nombre de tentatives de prise par heure}}{\text{Nombre de circuits disponibles pour le service}}$$

Pour calculer ce paramètre, il n'est pas nécessaire de recueillir des données pour une heure. Toutefois, la valeur du paramètre calculé doit être ajustée lorsque la collecte des données s'effectue sur une base horaire inférieure à soixante minutes. Ainsi, le nombre de tentatives de prise doit être doublé si l'on utilise des données recueillies à des intervalles de 30 minutes. On obtiendra ainsi un paramètre pour la période de collecte des données.

3.6.3 taux de prises avec réponse (TPR)

Ce taux est le rapport du nombre de prises aboutissant à un signal de réponse au nombre total de prises. Il s'agit d'une mesure directe de l'efficacité du service offert à partir du point de mesure et ce taux est généralement exprimé en pourcentage de la manière suivante:

$$\text{TPR} = \frac{\text{Nombre de prises aboutissant à un signal de réponse}}{\text{Nombre total de prises}} \times 100$$

La mesure du paramètre TPR peut se faire sur la base d'un faisceau de circuits ou d'un code de destination.

[1)] Les réseaux internationaux comportent des circuits à exploitation unidirectionnelle et d'autres à exploitation bidirectionnelle. Les caractéristiques respectives de ces courants de trafic sont essentiellement différentes; il faut en tenir compte lorsqu'on calcule les paramètres TCH et PCH:

i) soit en multipliant par 2 le nombre des circuits unidirectionnels, pour obtenir un nombre équivalent de circuits bidirectionnels;

ii) soit en divisant par 2 le nombre des circuits bidirectionnels, pour obtenir un nombre équivalent de circuits unidirectionnels.

Pour éviter toute conclusion erronée, il importe que la méthode utilisée soit bien comprise lorsque des paramètres TCH et PCH sont analysés et que les Administrations échangent des données concernant ces paramètres.

3.6.4 **taux de tentatives de prise avec réponse (TTPR)**

Ce taux est le rapport entre le nombre de tentatives de prise aboutissant à un signal de réponse et le nombre total de tentatives de prise. Le TTPR peut se faire sur la base d'un faisceau de circuits ou d'un code de destination.

$$\text{TTPR} = \frac{\text{Nombre de tentatives de prise aboutissant à un signal de réponse}}{\text{Nombre total de tentatives de prise}} \times 100$$

Ce taux est exprimé en pourcentage; il s'agit d'une mesure directe de l'efficacité du trafic à partir du point de mesure. Il est semblable au TPR sauf qu'il comprend des tentatives de prise qui n'aboutissent pas à une prise.

3.6.5 **prises par circuit et par heure (PCH)**[2)]

Ce paramètre correspond à la moyenne du nombre de fois où, dans un intervalle de temps donné, chaque circuit d'une voie d'acheminement fait l'objet d'une prise. Si on le rapproche des valeurs prévues concernant les durées moyennes d'occupation et le rapport appels efficaces/prises pour une voie d'acheminement, il donne une indication de l'efficacité réelle du service offert.

$$\text{PCH} = \frac{\text{Nombre de prises par heure}}{\text{Nombre de circuits disponibles pour le service}}$$

Il n'est pas nécessaire, lorsqu'on veut calculer ce paramètre, de recueillir des données pour une heure. (Voir le § 3.6.2 – TCH.)

3.6.6 **occupation**

L'occupation peut être exprimée en diverses unités, par exemple: en erlangs, en centaines de secondes de communication ou en pourcentage. Ce paramètre peut être mesuré comme une valeur totale se rapportant à une destination ou à un faisceau de circuits et également comme valeur moyenne par circuit d'un faisceau de circuits. Utilisé pour les besoins de la gestion du réseau, il fournit des indications sur l'utilisation et sur les niveaux de trafic inhabituels.

3.6.7 **durée d'occupation moyenne par prise**

Ce paramètre s'obtient en divisant la durée d'occupation totale par le nombre total de prises; il peut être calculé pour un faisceau de circuits ou pour un équipement de commutation.

3.6.8 **taux de prises avec signal d'occupation (TPSO)**

Ce taux est le rapport entre le nombre de prises aboutissant à un signal d'occupation (ou à son équivalent) et le nombre total de prises. La mesure du paramètre TPSO se fait généralement sur la base d'un faisceau de circuits.

$$\text{TPSO} = \frac{\text{Nombre de prises aboutissant à un signal d'occupation}}{\text{Nombre total de prises}} \times 100$$

Remarque – La source des signaux d'occupation (ou leur équivalent) varie selon le système de signalisation utilisé. Par conséquent, le paramètre TPSO calculé sur différents faisceaux de circuits peut naturellement varier; il convient donc d'être prudent en comparant les valeurs du paramètre TPSO obtenues pour les différents faisceaux de circuits.

[2)] Les réseaux internationaux comportent des circuits à exploitation unidirectionnelle et d'autres à exploitation bidirectionnelle. Les caractéristiques respectives de ces courants de trafic sont essentiellement différentes; il faut en tenir compte lorsqu'on calcule les paramètres TCH et PCH:

i) soit en multipliant par 2 le nombre des circuits unidirectionnels, pour obtenir un nombre équivalent de circuits bidirectionnels;

ii) soit en divisant par 2 le nombre des circuits bidirectionnels, pour obtenir un nombre équivalent de circuits unidirectionnels.

Pour éviter toute conclusion erronée, il importe que la méthode utilisée soit bien comprise lorsque des paramètres TCH et PCH sont analysés et que les Administrations échangent des données concernant ces paramètres.

3.7 Le nombre de paramètres qu'une Administration juge possible ou nécessaire de calculer dépend d'un certain nombre de facteurs, parmi ceux-ci il convient de mentionner:

a) les données disponibles dans un centre de commutation international;

b) les arrangements particuliers qui sont pris en matière d'acheminement (par exemple: PCH et TCH se rapportent exclusivement au comportement des faisceaux de circuits tandis que TTPR, TPR et % DBM peuvent concerner le comportement d'un faisceau de circuits ou d'un équipement de destination);

c) les relations entre les différents paramètres [par exemple: PCH peut fournir des indications analogues à celles de TPR (voir le § 3.6.5)].

4 Interprétation des paramètres

Une façon très commode d'interpréter les paramètres sur lesquels reposent les décisions de gestion du réseau, consiste à prendre le centre de commutation international d'origine comme point de référence (voir la figure 1/E.411).

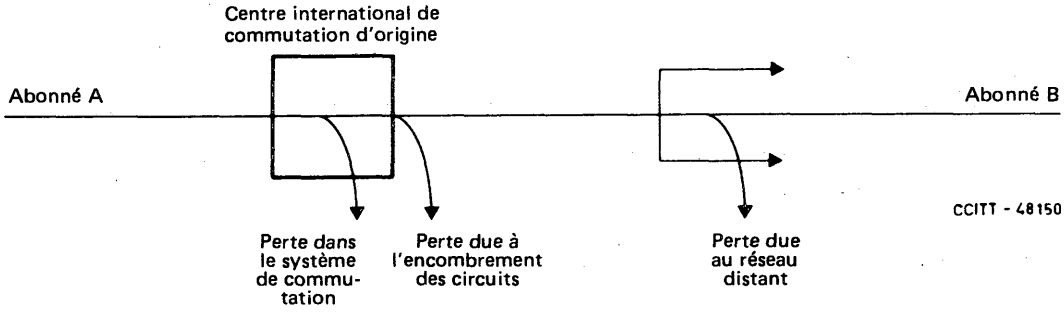


FIGURE 1/E.411

A partir de ce point de référence, les facteurs qui influent sur l'établissement d'une communication peuvent être répartis en trois catégories principales:

a) perte dans le système de commutation (perte due à l'extrémité locale);

b) perte due à l'encombrement des circuits (perte due à l'extrémité locale);

c) perte due au réseau distant (perte due à l'extrémité distante).

4.1 *Perte dans le système de commutation*

Il peut y avoir perte dans le système de commutation pour diverses raisons:

1) encombrement des équipements centralisés ou des blocs de commutation, surcharge des files d'attente ou des processeurs,

2) défaillances de la signalisation d'arrivée,

3) erreurs imputables à l'abonné ou à l'opérateur (numéros insuffisants ou faux numéros, libération prématurée, etc.),

4) erreurs d'acheminement (accès au transit interdit),

5) autres défaillances techniques.

On trouvera au § 3.3 des indications permettant d'identifier la perte de commutation.

4.2 *Perte due à l'encombrement des circuits*

Cette perte dépend:

1) du nombre des circuits disponibles pour une destination donnée,

2) du niveau de la demande pour cette destination,

3) du comportement du trafic sur les faisceaux de circuits vers cette destination.

On peut obtenir des indications sur l'éventualité d'une perte due à l'encombrement des circuits d'après les renseignements détaillés sur l'état du réseau figurant au § 3.3.2.

Une perte due à l'encombrement des circuits peut être décelée par:

- le pourcentage de débordement (voir le § 3.6.1),
- la différence entre les «tentatives de prise par circuit et par heure» et les «prises par circuit et par heure» sur le faisceau de circuits final (voir les § 3.6.2 et 3.6.5),
- la différence entre le taux de tentatives de prise avec réponse et le taux de prise avec réponse (voir les § 3.6.3 et 3.6.4).

Il convient de noter que, pour des faisceaux de circuits bidirectionnels, une demande excessive dans le sens arrivée peut aussi entraîner une perte due à l'encombrement des circuits. On peut identifier celle-ci en comparant les tentatives de prise au départ et à l'arrivée, les prises ou l'occupation.

4.3 *Perte due au réseau distant*

La perte due au réseau distant peut être divisée en:

1) *perte technique:* due à des dérangements dans le centre distant et sur les circuits nationaux;
2) *perte imputable aux abonnés:* abonné B occupé ou ne répondant pas, numéro incorrect, numéro non disponible, etc.;
3) *perte imputable au trafic:* capacité du réseau distant insuffisante par rapport à la demande de trafic.

Dans des conditions normales, on a constaté que la valeur de la perte due au réseau distant, mesurée dans un grand échantillon sur une longue période, peut être fixe ou variable (cette valeur varie selon la destination, l'heure de la mesure, et d'un jour à l'autre).

Des conditions anormales (forte demande, dérangement, etc.) peuvent influer fortement sur les pertes dues au réseau distant. On peut identifier les variations de la perte due au réseau distant grâce aux facteurs suivants:

- Taux de prises avec réponse (voir le § 3.6.3). Mesure directe.
- Prises par circuit et par heure (voir le § 3.6.5). Mesure indirecte.
- Durée d'occupation moyenne par prise (voir le § 3.6.7). Mesure indirecte.
- Taux de prises avec signal d'occupation (voir le § 3.6.8). Mesure directe.

5 Critères de décision

5.1 Pour pouvoir décider si une action de gestion du réseau doit être faite, on a besoin d'informations «en temps réel» sur l'état et le fonctionnement du réseau. Il est avantageux, dans un premier temps, de pouvoir extraire uniquement les renseignements indispensables pour identifier les difficultés susceptibles de survenir dans le réseau. Cela peut se faire en fixant des valeurs de seuil aux paramètres de comportement en les associant au nombre ou au pourcentage des circuits et des organes de commande centralisée qui sont en service, de telle manière que, lorsque ces valeurs de seuil sont dépassées, une action de gestion du réseau puisse être envisagée. Ces valeurs de seuil constitueront certains critères pour la prise des décisions.

5.2 Les indications de dépassement de seuil, de même que les indications: «tous les circuits d'un faisceau de circuits sont occupés» et «tous les faisceaux de circuits pour une destination déterminée sont occupés» peuvent être utilisées pour attirer l'attention des responsables sur un secteur du réseau, au sujet duquel des renseignements de fonctionnement détaillés seront nécessaires.

5.3 C'est au personnel chargé de la gestion du réseau qu'il incombe de décider s'il y a lieu d'entreprendre une action de gestion, et quelle action entreprendre. En plus des critères mentionnés plus haut, cette décision sera déterminée par plusieurs facteurs, qui pourront être:

- la connaissance de l'origine de la difficulté,
- des renseignements détaillés sur le fonctionnement et l'état du réseau,
- l'existence éventuelle de plans préétablis (voir la Recommandation E.413),
- l'expérience et la connaissance du réseau,
- le plan d'acheminement utilisé,
- les schémas d'écoulement du trafic local,
- la capacité de maîtriser l'écoulement du trafic (voir la Recommandation E.412).

Il appartient à ce personnel de vérifier que les commandes ordinaires de gestion du réseau, une fois appliquées, font bien l'objet d'une surveillance permanente.

6 Actions ou dispositions de gestion du réseau

6.1 *Considérations générales*

Les dispositions de gestion du réseau appartiennent à deux grandes catégories:

a) celles qui ont un caractère d'expansion, c'est-à-dire qui ont pour objet de permettre au trafic rencontrant de l'encombrement, d'emprunter les éléments du réseau faiblement chargés;

b) celles qui visent, à titre de protection, à écarter du réseau le trafic, en période d'encombrement, qui n'a qu'une faible probabilité d'aboutissement.

Normalement, la meilleure solution à apporter à un problème de gestion du réseau est une disposition ayant un caractère d'expansion. Des dispositions de protection ne devraient être prises que si les dispositions ayant un caractère d'expansion ne sont pas possibles ou sont inefficaces.

Les dispositions de gestion du réseau peuvent être prises:

- conformément à des plans conclus entre les Administrations intéressées avant l'événement (voir la Recommandation E.413);
- conformément à des arrangements spéciaux conclus au moment de l'événement (voir la Recommandation E.413);
- par une Administration souhaitant réduire son trafic entrant dans le réseau international ou protéger son réseau international.

6.2 *Dispositions ayant un caractère d'expansion*

Ces dispositions consistent, pour soulager les faisceaux de circuit encombrés, à réacheminer le trafic sur des parties du réseau moins chargées, par exemple, en mettant à profit le décalage entre les heures chargées.

Exemples de ce type de dispositions:

a) mise en place d'arrangements temporaires pour l'acheminement détourné, en plus des arrangements qui existent normalement;

b) dans un pays où existent plusieurs centres de commutation internationaux, réorganisation temporaire de la distribution du trafic international de départ (ou d'arrivée);

c) établissement d'acheminements par voie détournée dans le réseau national, pour écouler le trafic international d'arrivée;

d) établissement, pour le trafic international de départ, d'acheminements par voie détournée dans le réseau national pour aboutir à un centre international de départ.

La disposition de protection consistant à interdire l'accès à l'un des sens d'exploitation sur des circuits à double sens [voir le § 6.3 a)] peut se traduire par un effet d'expansion dans l'autre sens d'exploitation.

6.3 *Dispositions de protection*

Les dispositions de protection sont conçues pour écarter du réseau en période d'encombrement les appels qui n'ont qu'une faible probabilité d'aboutissement. Ces appels doivent être bloqués aussi près que possible de leur point de départ, de manière qu'une partie plus grande du réseau soit disponible pour les appels qui ont le plus de chance d'aboutir.

Exemples de dispositions de protection:

a) Retrait temporaire du service de certains circuits (mise des circuits en état d'occupation). Cette disposition peut être prise en cas d'encombrement important d'une partie éloignée du réseau.

Remarque – Pour les circuits bidirectionnels, il peut être suffisant d'interrompre le fonctionnement dans un seul sens. Cette disposition est appelée «mise en sens unique».

b) Directives spéciales destinées aux opérateurs. Par exemple, ces directives peuvent stipuler qu'un nombre limité de tentatives (voire même aucune tentative) seront faites pour établir une communication sur un faisceau de circuits encombré ou vers un centre de commutation encombré, ou en direction d'une destination déterminée subissant un encombrement.

c) Annonces enregistrées spéciales. De telles annonces peuvent être prévues dans un centre de commutation international ou national; à l'apparition d'un encombrement important dans une partie du réseau, elles avertiraient les abonnés (et/ou les opérateurs), pour qu'ils prennent des dispositions appropriées.

d) Suppression d'un débordement. Cette disposition permet d'empêcher que le trafic soit transféré par débordement sur certains faisceaux de circuits ou vers des centres de commutation éloignés qui sont déjà encombrés.

e) Suppression du trafic direct. Cette disposition réduit le trafic qui accède à un faisceau de circuits afin de réduire la charge de trafic du réseau éloigné.

f) Suppression du trafic à destination d'un centre de commutation donné (blocage de code ou échelonnement des appels). Cette disposition peut être prise lorsqu'on apprend qu'une partie éloignée du réseau est encombrée.

g) Mise en réserve de circuits. Cette action consiste à réserver les derniers circuits inactifs d'un faisceau à un type donné de trafic.

6.4 On trouvera dans la Recommandation E.412 des renseignements sur les commandes de gestion du réseau (ainsi que sur leur méthode d'activation) qui peuvent être utilisées pour les dispositions d'expansion ou de protection.

6.5 *Dispositions en cas de catastrophes*

6.5.1 Les catastrophes naturelles ou provoquées par l'homme peuvent endommager le réseau téléphonique ou susciter un fort trafic de télécommunications, ou les deux.

6.5.2 Il faut établir un seul point de contact pour les renseignements concernant le réseau afin d'éviter toute confusion, des travaux faisant double emploi et pour faire en sorte que les services de télécommunications soient rétablis selon un processus méthodique. Il est recommandé que ce seul point de contact soit le centre de mise en œuvre et de commande de la gestion du réseau (voir le § 4 de la Recommandation E.414) dépendant de l'Administration affectée par la catastrophe.

6.5.3 Le rôle du centre de mise en œuvre et de commande de la gestion du réseau peut varier selon l'ampleur ou les répercussions de la catastrophe. Toutefois, il peut être nécessaire de prendre les dispositions ci-après:

- évaluer les répercussions de la catastrophe sur le réseau (systèmes de transmission, centres de commutation, faisceaux de circuits, indicatifs de destination, destinations isolées);
- communiquer des renseignements sur l'état du réseau, s'il y a lieu:
  - i) aux services d'opérateur;
  - ii) aux relations publiques et à la presse;
  - iii) aux services gouvernementaux;
  - iv) aux autres centres de mise en œuvre et de commande de la gestion du réseau;
- concevoir et mettre en œuvre des stratégies de commande (d'expansion et de protection);
- aider à déterminer la nécessité et l'emplacement des matériels techniques à utiliser pour rétablir les communications.

7 Echange de renseignements

7.1 Une gestion efficace du réseau exige de bonnes communications et coopérations entre les divers éléments de gestion du réseau d'une Administration et avec des éléments analogues dans d'autres Administrations (voir la Recommandation E.414). Cela inclut l'échange d'informations en temps réel concernant l'état et la qualité de fonctionnement des faisceaux de circuits, des centres de commutation et l'intensité du trafic dans des destinations éloignées.

7.2 Ces informations peuvent être échangées de diverses manières, selon les besoins des Administrations. Des communications téléphoniques peuvent être établies entre des centres de gestion du réseau à l'aide de circuits de service spécialisés ou du réseau téléphonique public. Certains signaux d'exploitation, tels que les indicateurs d'encombrement du centre de commutation, peuvent être acheminés directement par le système de signalisation par canal sémaphore. (Voir la Recommandation Q.297 pour le système de signalisation n° 6 et les Recommandations Q.722, Q.723, Q.724, Q.762, Q.763 et Q.764 pour le système de signalisation n° 7.) On peut acheminer régulièrement un trafic de données plus important sur le réseau de gestion des télécommunications (voir la Recommandation M.30) ou sur un réseau à commutation par paquets. Le télex ou un moyen analogue, ou encore la télécopie peuvent être utilisés pour transmettre moins fréquemment des volumes de données plus faibles.

7.3 Directives concernant l'utilisation de la signalisation par canal sémaphore pour la gestion du réseau

7.3.1 Les systèmes de signalisation par canal sémaphore permettent de transmettre de manière rapide et sûre les signaux d'exploitation pour la gestion du réseau entre centres de commutation. On peut citer, par exemple, le transfert de signaux d'encombrement du centre de commutation pour le système de réduction automatique de l'encombrement (RAE) (voir le § 3.1 de la Recommandation E.412). Ces signaux doivent être traités en priorité dans la commande de flux de signalisation par canal sémaphore. On trouvera dans la Recommandation Q.297 des détails relatifs à l'application des signaux d'exploitation pour la gestion du réseau dans le système de signalisation n° 6. En ce qui concerne le système de signalisation n° 7, on trouvera dans les Recommandations Q.722, Q.723 et Q.724 les détails concernant le sous-système utilisateur téléphonie (SSUT) et dans les Recommandations Q.762, Q.763 et Q.764 les détails concernant le sous-système utilisateur RNIS (SSU RNIS).

7.3.2 Le système de signalisation n° 7 peut également être utilisé pour transférer des données de gestion du réseau et des renseignements sur l'état du réseau entre un centre de commutation et son système d'exploitation pour la gestion du réseau, ainsi qu'entre des systèmes d'exploitation pour la gestion du réseau. Il convient de noter que, pour ces applications, le volume de données à transférer peut être très important et la fréquence de transmission peut atteindre toutes les trois minutes. Lorsque ces données sont transférées sur des canaux sémaphores qui acheminent également le trafic de signalisation des usagers, il faut adopter des mesures de sauvegarde très strictes pour réduire au minimum le risque de surcharge du système de signalisation pendant des périodes de pointe au cours desquelles le trafic de signalisation des usagers et la transmission des données pour la gestion du réseau atteignant leurs niveaux les plus élevés. Ces mesures comprennent:

- la limitation du volume d'information sur la gestion du réseau à transférer sur les canaux sémaphores qui acheminent également des messages de signalisation des usagers;
- l'utilisation de canaux sémaphores spécialisés pour la gestion du réseau;
- l'utilisation du réseau de gestion des télécommunications ou du SSEM (sous-système application pour l'exploitation et la maintenance) du système de signalisation n° 7 (doit faire l'objet d'un complément d'étude);
- l'élaboration des priorités de contrôle de flux appropriées pour les informations de gestion du réseau (doit faire l'objet d'un complément d'étude);
- la mise en place, dans le système d'exploitation pour la gestion du réseau, d'un dispositif permettant de réagir aux messages de contrôle de flux du système de signalisation.

8 Introduction de la gestion des réseaux

La mise en œuvre de la gestion des réseaux dans un réseau existant doit être considérée comme un projet à long terme. Il faut en effet du temps pour:

- acquérir une connaissance et une expérience de la gestion des réseaux;
- étudier les caractéristiques d'un réseau donné;
- élaborer les spécifications de la gestion du réseau dans les centres de commutation téléphoniques actuels et futurs et en discuter avec les fabricants;
- contrôler l'introduction des dispositifs, organiser puis entraîner le personnel nécessaire à la gestion du réseau;
- introduire des dispositifs limités dans les centres de commutation existants utilisant des techniques plus anciennes.

Il serait rationnel de commencer par utiliser des dispositifs limités existants pour gérer le réseau et d'élaborer des systèmes complets de gestion du réseau pour la mise en service de commutateurs modernes à commande par programme enregistré.

8.1 *Exploitation des moyens et du matériel existants*

8.1.1 *Responsabilité*

Il importe tout d'abord de définir et d'attribuer dans une organisation donnée la responsabilité de la gestion du réseau. Cette organisation initiale pourra alors être étendue, si nécessaire, conformément aux indications de la Recommandation E.414.

8.1.2 *Opérateurs du service téléphonique*

Les opérateurs ont généralement connaissance des difficultés aussitôt qu'elles surgissent dans le réseau, ce qui leur permet de déterminer s'il faut intervenir dans l'écoulement du trafic. On peut alors leur demander de modifier leurs procédures pour réduire la répétition des tentatives de prise ou de recourir à des acheminements par voie détournée pour aboutir à une destination. Ils peuvent également, en cas de situation inhabituelle, donner des informations et (ou) des instructions particulières aux usagers et aux opérateurs de centres de commutation éloignés.

8.1.3 *Possibilités des commutateurs*

Les commutateurs sont parfois dotés de certaines caractéristiques qui peuvent être adaptées à la gestion du réseau. Les données déjà disponibles pour la maintenance ou l'ingénierie du trafic peuvent être utilisées pour la gestion du réseau; on peut également accéder à ces données en ajoutant une interface. En outre, des commutateurs manuels ou des touches peuvent être mis en place dans les commutateurs électromécaniques pour bloquer certains indicatifs de destination ou pour changer de voies détournées. Tous les éléments de l'équipement de commande centralisée peuvent en être séparément dotés, ce qui permet une régulation harmonieuse du trafic vers une destination donnée.

La portée de la gestion du réseau dans un réseau de télécommunication peut dépendre des techniques utilisées pour les commutateurs de ce réseau. Toutefois, un examen approfondi des spécifications des fabricants pour les commutateurs à commande par programme enregistré (SPC) peut montrer que certaines fonctions de gestion du réseau sont disponibles, par exemple par l'intermédiaire d'un terminal de maintenance.

8.1.4 *Circuits*

Les circuits bidirectionnels peuvent être mis en état d'occupation dans un sens d'exploitation de façon à améliorer l'écoulement du trafic dans l'autre sens. Par ailleurs, les circuits directionnels et bidirectionnels peuvent, en cas de besoin, être retirés du service. L'une et l'autre de ces mesures peuvent être accomplies sur ordre verbal donné au service de maintenance responsable.

8.2 *Amélioration des possibilités*

L'expérience acquise à partir de l'utilisation de ces outils simples permettra de spécifier des moyens de gestion des réseaux plus perfectionnés. Pour réduire les frais, il faut prévoir l'introduction de ces moyens de gestion améliorée du réseau dans le cadre de l'extension ou de la modification planifiée d'un commutateur et, à cette fin, la spécifier au stade de l'installation initiale de nouveaux systèmes. Avant d'acquérir un nouveau commutateur, il convient de s'assurer que celui-ci dispose de fonctions de gestion du réseau, comme spécifié dans les Recommandations Q.542 et Q.544.

Dans certains cas, on peut répondre aux besoins de mise en mémoire autonome et de traitement des informations de gestion du réseau indépendants en recourant à des ordinateurs personnels.

9 Considérations relatives au développement de la gestion de réseau

9.1 La gestion de réseau peut être répartie sur plusieurs emplacements, lorsque les fonctions de gestion du réseau sont exécutées dans le centre de commutation même, ou centralisée, auquel cas si les fonctions de gestion du réseau sont assurées, pour plusieurs centres de commutation, au même emplacement. Chacune de ces méthodes a ses avantages, qu'une Administration doit bien connaître avant de faire son choix. En général, la méthode de gestion décentralisée convient mieux lorsque le niveau d'activité est assez faible. Elle peut aussi être adoptée pour le démarrage de la gestion du réseau. La méthode centralisée convient mieux aux réseaux dont les niveaux d'activité sont assez élevés. Dans certains réseaux, la combinaison de ces deux méthodes peut être la solution la plus efficace.

9.2 *Avantages de la méthode décentralisée*

La méthode décentralisée présente certains avantages:

- des caractéristiques et des possibilités offertes localement peuvent être mises au point et utilisées (voir le § 8.1.3);
- on peut procéder à une analyse et à une évaluation plus détaillées des problèmes localisés;
- la conservation des fonctions de gestion du réseau est mieux garantie, du fait qu'un problème ou une défaillance en un endroit n'entraîne généralement pas la perte de toutes les possibilités de gestion du réseau;
- les fonctions de gestion du réseau peuvent être confiées au personnel existant, ce qui élimine la nécessité de former un personnel spécialisé;
- elle permet d'assurer les fonctions de gestion à titre intérimaire pendant l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan à long terme.

9.3 *Avantages de la méthode centralisée*

Le centre de gestion centralisée de réseau offre des avantages du point de vue de l'exploitation par rapport à la méthode décentralisée dans laquelle les fonctions de gestion du réseau sont assurées sur place, dans le centre de commutation même. Ces avantages sont les suivants:

- des opérations de gestion du réseau plus efficaces; une méthode centralisée est plus efficace pour traiter des problèmes complexes et interdépendants dans le contexte commande par programme enregistré/signalisation par canal sémaphore, et elle le deviendra encore plus pendant la période de transition vers le réseau numérique avec intégration des services (RNIS). Dans de nombreux cas, la meilleure solution à un problème dans le réseau international consiste à intervenir dans le réseau national et réciproquement. La méthode centralisée simplifie le problème de coordination des activités dans ces cas;

- un aperçu plus général de la qualité de fonctionnement du réseau, ce qui permet d'identifier plus rapidement et plus précisément les problèmes et d'étudier des stratégies de contrôle plus efficaces et intervenant plus rapidement;
- un point central de contact pour la gestion du réseau, aussi bien à l'intérieur d'une organisation qu'avec d'autres Administrations (voir la Recommandation E.414);
- des opérations de gestion du réseau plus efficaces; les frais de personnel et de formation professionnelle sont réduits et la qualification des agents augmente grâce à la spécialisation.

9.4 *Systèmes d'exploitation pour la gestion du réseau*

Un système informatisé d'exploitation pour la gestion du réseau peut offrir des avantages considérables à un centre de gestion du réseau, en raison de sa capacité à traiter un grand volume d'informations et à présenter ces informations dans un même format. Un tel système a pour fonctions:

- de recueillir auprès des centraux des informations sur les alarmes et les états, et des données sur le trafic pour la gestion du réseau (voir le § 3 et la Recommandation E.502);
- traiter les données recueillies et calculer les paramètres de gestion du réseau (voir le § 3 et la Recommandation E.502);
- établir des rapports sur la qualité de fonctionnement (voir le § 9.4.1);
- comparer les paramètres de gestion du réseau avec les seuils afin d'identifier des conditions anormales;
- appliquer des contrôles dans les centres de commutation fondés sur les commandes d'entrée;
- calculer l'état «difficile à atteindre» des destinations et fournir ces renseignements aux centres de commutation;
- réaliser l'interface avec les écrans d'affichage, les terminaux et les imprimantes de postes de travail du centre de gestion du réseau;
- préparer des rapports administratifs;
- disposer d'une base de données de statistiques et d'informations sur le réseau.

Remarque – La plupart de ces fonctions peuvent être assurées au centre de gestion du réseau par chaque commutateur à commande par programme enregistré; toutefois, l'existence de ces fonctions dans un système d'exploitation de gestion du réseau peut réduire les caractéristiques de fonctionnement des commutateurs.

9.4.1 *Rapports sur la qualité de fonctionnement*

Les rapports sur la qualité de fonctionnement peuvent être fournis comme indiqué ci-après:

i) *données automatiques* – ces données sont fournies automatiquement comme spécifié dans le logiciel du système d'exploitation et ne peuvent pas être modifiées rapidement par le responsable du réseau;

ii) *données prévues* – ces données sont fournies selon un calendrier établi par le responsable du réseau;

iii) *données à la demande* – ces données ne sont fournies qu'en réponse à une demande précise du responsable du réseau. En plus des données relatives à la qualité de fonctionnement, ce type de données comprend des données de référence, telles que le nombre de circuits fournis ou disponibles pour les services, les informations concernant l'acheminement, les valeurs de seuil assignées, le nombre d'éléments installés du système de commutation, etc.;

iv) *données fournies exceptionnellement* – ces données sont fournies lorsque le comptage ou les calculs des données dépassent un seuil établi par le responsable du réseau.

Les rapports de données peuvent être établis à intervalles réguliers, par exemple à 3, 5, 15, 30 minutes ou une heure. L'intervalle spécifique pour chaque rapport de données sera déterminé par le responsable du réseau. Les données historiques concernant au moins les deux ou trois périodes précédentes doivent également être disponibles.

9.4.2 *Autres considérations*

Il convient de signaler que des intervalles de collecte de données plus courts accroissent l'intérêt des données pour le responsable du réseau, mais aussi la taille et le coût du système d'exploitation, ainsi que le risque de non-rémanence des données.

A noter aussi qu'il importe que les commandes de gestion du réseau ne puissent devenir tout à fait indisponibles en raison d'une défaillance ou d'un mauvais fonctionnement du système d'exploitation de gestion du réseau ou de ses liaisons de communications avec les commutateurs. En conséquence, les opérations de gestion du réseau doivent être planifiées avec un degré élevé de fiabilité, de conservation et de sécurité. On peut atteindre ces objectifs, en mettant en place certaines possibilités essentielles (telles que des mécanismes de commande et des mécanismes automatiques de protection de l'acheminement) dans le commutateur lui-même, par redondance des ordinateurs et des liaisons de données, ou en installant des centres de secours.

La défaillance d'un système d'exploitation pour la gestion du réseau ne doit pas influer défavorablement l'écoulement normal du trafic dans le réseau.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.411)

Terminologie relative à la gestion du réseau

A.1 **circuit**

Un circuit relie deux commutateurs. Un circuit national relie deux commutateurs situés dans le même pays. Un circuit international relie deux centres de commutation internationaux situés dans des pays différents. (Définitions fondées sur les Recommandations D.150 et F.68.)

A.2 **faisceau de circuits**

Ensemble des circuits commutés qui relient directement entre eux deux centres de commutation.

A.3 **sous-faisceau de circuits**

Ensemble de circuits d'un faisceau de circuits que l'on peut identifier pour des raisons d'ordre technique ou d'exploitation. Un faisceau de circuits peut comprendre un ou plusieurs sous-faisceaux de circuits.

A.4 **destination**

Pays dans lequel se trouve l'abonné demandé, ou bien une zone ou un autre emplacement géographique pouvant être spécifié à l'intérieur dudit pays. Une destination peut être identifiée par les chiffres utilisés pour l'acheminement de l'appel.

A.5 **tentative de prise**

Tentative pour obtenir un circuit, sur un faisceau de circuits ou vers une destination. Une tentative peut aboutir ou ne pas aboutir à la prise d'un circuit sur ledit faisceau de circuits ou ladite destination.

A.6 **prise**

Une prise est une tentative de prise d'un circuit sur un faisceau de circuits, qui aboutit à l'obtention d'un circuit sur ce faisceau de circuits.

A.7 **signal de réponse**

Signal émis vers l'arrière pour indiquer que le demandé a répondu à l'appel. (Définition fondée sur la Recommandation Q.254.)

A.8 **durée d'occupation**

Intervalle de temps s'écoulant entre la prise et la libération d'un circuit ou d'un équipement de commutation.

A.9 **signal d'occupation (émis vers l'arrière)**

Signal émis vers le central international de départ pour indiquer que le faisceau de circuits est occupé ou que l'abonné demandé est occupé (systèmes de signalisation n° 4 et n° 5, voir les Recommandations Q.120 et Q.140).

Remarque – Dans les systèmes de signalisation n° 6 et n° 7, il n'y a pas de signal d'occupation. Toutefois, on trouve à peu près l'équivalent de ce signal dans l'ensemble de signaux spécifiques de défaillance émis vers l'arrière, par exemple encombrement d'un faisceau de circuits, encombrement du réseau national et abonné occupé.

COMMANDE DE GESTION DU RÉSEAU

1 Introduction

1.1 Les commandes de gestion du réseau permettent de modifier le flux de trafic dans le réseau pour atteindre les objectifs de gestion du réseau mentionnés dans la Recommandation E.410. La plupart des commandes de gestion du réseau sont assurées par ou dans le commutateur (voir la Recommandation Q.542), mais certaines actions peuvent être extérieures au centre de commutation. La présente Recommandation donne des informations spécifiques sur les commandes de gestion du réseau et en précise l'application. On notera cependant que l'utilisation de chaque commande de gestion du réseau n'est proposée qu'à titre d'exemple. D'autres commandes, appliquées séparément ou en combinaison peuvent mieux convenir dans certains cas.

1.2 L'application ou la suppression de commandes de gestion du réseau doit être fondée sur les données concernant le comportement du réseau qui indiquent qu'une action est nécessaire, conformément aux principes de gestion du réseau spécifiés au § 4 de la Recommandation E.410. Les données concernant le comportement du réseau permettent aussi de mesurer l'effet d'une commande de gestion du réseau et indiquent à quel moment une commande de gestion du réseau doit être modifiée ou supprimée (voir les Recommandations E.411 et E.502).

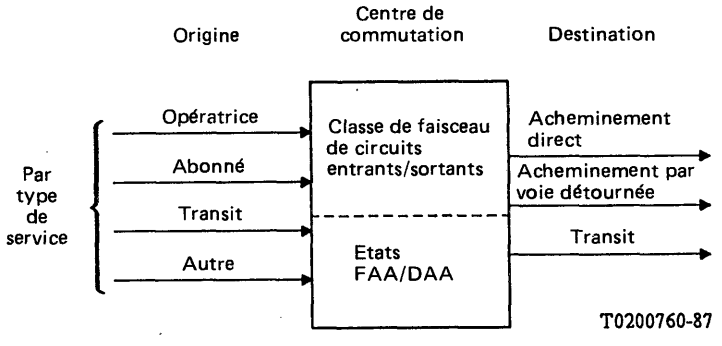
1.3 Les commandes peuvent être appliquées ou supprimées dans un centre de commutation à la suite d'informations provenant d'un système d'exploitation pour la gestion du réseau ou directement d'un terminal. Dans certains cas, les commandes peuvent être appliquées automatiquement par des stimuli extérieurs ou intérieurs, ou lorsqu'un seuil de paramètre a été dépassé [le système de réduction automatique de l'encombrement en est un exemple (voir le § 4.1)]. Si la commande fonctionne de manière automatique, il faut également prévoir une possibilité d'intervention manuelle.

2 Trafic à commander

2.1 *Type de trafic*

Les commutateurs doivent être capables d'appliquer différentes commandes de gestion du réseau (voir la Recommandation Q.542). Pour accroître la souplesse et la précision, il est bien préférable que l'effet d'une commande soit limité à un élément déterminé du trafic.

Il est possible de définir les paramètres d'exploitation d'une commande à l'aide d'attributs de trafic. Comme l'indique la figure 1/E.412, ces paramètres se différencient notamment selon l'origine du trafic: numérotation par l'abonné ou par l'opératrice, trafic de transit, ou rentrent dans d'autres catégories spécifiées par l'Administration. Ces catégories peuvent être encore subdivisées en fonction du type de service, en particulier dans le RNIS.



FAA/DAA Facile à atteindre/Difficile à atteindre

FIGURE 1/E.412

Distinction entre différents types de trafic pour les commandes

Des attributs supplémentaires peuvent être spécifiés d'après les renseignements dont le centre de commutation peut disposer, par exemple, la catégorie de faisceau de circuits entrant/sortant ou l'état destination difficile à atteindre (voir le § 2.2). D'autres distinctions pourront reposer sur le type de trafic sortant, par exemple, acheminement direct, acheminement par voie détournée, ou transit.

D'une manière générale, l'effet d'une commande sera d'autant plus précis qu'on aura spécifié un plus grand nombre d'attributs pour une commande.

Remarque – Il est indispensable de parvenir à une grande précision, surtout s'agissant de commandes de protection.

2.2 *Caractéristique difficile à atteindre (DAA)*

2.2.1 Le processus DAA pour la gestion du réseau permet au commutateur de mieux exploiter automatiquement les ressources du réseau pendant les périodes d'encombrement en améliorant la qualité de fonctionnement des commandes de gestion du réseau. Cette amélioration est due à la capacité de distinguer les destinations facile à atteindre (FAA) des destinations difficile à atteindre (DAA), c'est-à-dire les destinations présentant un faible taux de tentatives de prise avec réponse, et d'appliquer des commandes plus «lourdes» au trafic DAA. Cette distinction peut se fonder sur:

i) les mesures de la qualité de fonctionnement interne du commutateur et/ou du système d'exploitation pour la gestion du réseau;

ii) les renseignements analogues obtenus et fournis par d'autres commutateurs;

iii) les statistiques et les observations actuelles relatives à la qualité de fonctionnement du réseau fournies par les responsables du réseau.

Le responsable du réseau doit pouvoir fixer le seuil DAA dans le commutateur ou dans le système d'exploitation pour la gestion du réseau et attribuer le qualificatif DAA à une destination, quelle que soit son état effectif.

2.2.2 *Contrôle du trafic pour les destinations DAA*

Lorsqu'un appel vers une destination qui figure sur la liste DAA est en cours d'acheminement et qu'une commande de gestion du réseau spécifie que la commande de trafic DAA intervient, cet appel doit être traité en fonction des paramètres de commande. Si une destination se trouve à l'état DAA, tous les faisceaux de circuits sortants devront être normalement à l'état DAA.

On trouvera dans la Recommandation Q.542 d'autres détails concernant la caractéristique difficile à atteindre.

2.3 *Méthodes permettant de spécifier le volume de trafic à commander*

2.3.1 *Commande du pourcentage des appels*

Lorsque des commandes de commutateur peuvent être mises en action pour affecter un pourcentage variable du trafic (par exemple, 10%, 25%, 50%, 75% ou 100%), cela constitue un avantage considérable.

2.3.2 *Commande du nombre d'appels*

Il y a un avantage particulier à fixer une limite supérieure au nombre d'appels autorisés à accéder au réseau pendant une période donnée.

3 Commandes de commutateur

Des commandes de gestion du réseau peuvent être appliquées dans les commutateurs pour contrôler le volume ou l'acheminement du trafic. L'effet résultant de ces commandes sur le trafic peut avoir un caractère d'expansion ou de protection, cela dépend de la commande utilisée, de son point d'application et du choix de l'élément de trafic qui détermine la commande.

3.1 *Commandes du volume de trafic*

Les différentes commandes du volume de trafic mentionnées ci-après servent en général à commander le volume de trafic offert à un faisceau de circuits ou à une destination.

3.1.1 *Commandes de destination*

3.1.1.1 *Blocage sur indicatif*

Cette commande interdit l'acheminement vers une destination donnée, selon un pourcentage. Le blocage sur indicatif peut s'appliquer à un indicatif de pays, à un indicatif de zone, à un code d'identification de central ou un numéro d'abonné. Cette dernière commande est la plus sélective que l'on puisse mettre en œuvre.

Application type: Réduction immédiate des surcharges ponctuelles ou des appels effectués en masse.

3.1.1.2 *Espacement des appels*

Cette commande fixe une limite supérieure au nombre de tentatives d'appels qui peuvent être acheminées vers la destination spécifiée au cours d'une certaine période (par exemple, un maximum de 5 tentatives d'appel par minute). Ainsi, le nombre de tentatives d'appels acheminées ne peut jamais dépasser le nombre spécifié.

Application type: Réduction de la surcharge ponctuelle, notamment en cas d'appels très nombreux adressés à un numéro d'abonné. Une analyse détaillée peut être nécessaire pour déterminer les paramètres de taux d'appel.

3.1.2 *Annulation de l'acheminement direct*

Cette commande bloque l'accès à un faisceau de circuits du trafic bénéficiant d'un acheminement direct.

Application type: Pour réduire le trafic vers des faisceaux de circuits ou des centres de commutation encombrés en l'absence de trafic acheminé sur voie détournée.

3.1.3 *Directionnalisation du circuit*

Cette commande transforme une proportion, ou un nombre donné de circuits bidirectionnels en circuits entrants. A l'extrémité du faisceau de circuits dont l'accès est interdit, il s'agit d'une action de protection; à l'autre extrémité du faisceau de circuits (où l'accès est toujours admis), il s'agit d'une mesure d'expansion.

Application type: Augmenter le flux de trafic au départ d'une zone sinistrée, en interdisant le trafic d'arrivée. Pour que cette commande ait un effet, il est recommandé de fixer un minimum de 50% de directionnalisation.

3.1.4 *Mise hors service/en occupation/blocage des circuits*

Cette commande met hors service un certain pourcentage ou un certain nombre de circuits exploités dans un seul sens et/ou bidirectionnels.

Application type: Réduire l'encombrement d'un centre de commutation quand aucune autre mesure de réduction n'est possible.

3.1.5 *Commandes spécialisées du volume*

Le système de réduction automatique de l'encombrement (RAE) ainsi que la commande sélective de réservation de circuits (CSRC) sont des commandes du volume, mais en raison de leur nature particulière, elles sont décrites séparément aux § 4.1 et 4.2.

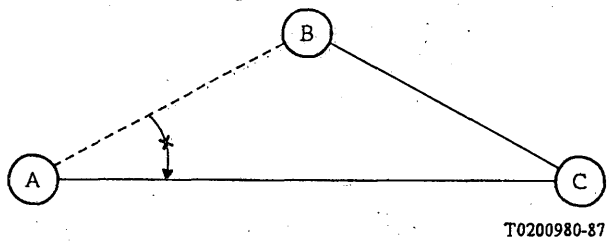
3.2 *Commande d'acheminement*

La commande d'acheminement est appliquée pour le contrôle de l'acheminement du trafic vers une destination, à destination ou en provenance d'un faisceau de circuits. Toutefois, dans certains cas, une commande d'acheminement peut également avoir une incidence sur le volume de trafic. Les commandes qui sont appliquées à des faisceaux de circuits peuvent l'être également, s'il y a lieu, à des sous-faisceaux.

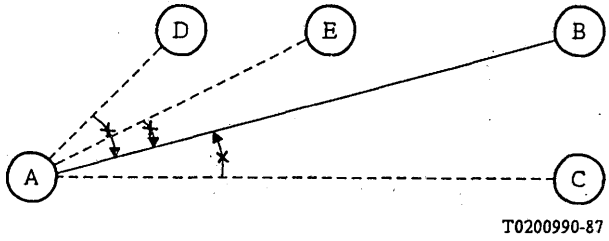
3.2.1 *Annulation de l'acheminement détourné*

Deux variantes de cette commande sont possibles. L'une empêche le trafic de déborder *du* faisceau de circuits en question acheminement détourné de (ADD). L'autre variante empêche le trafic de déborder *vers* le faisceau de circuits en question acheminement détourné vers (ADV). Voir la figure 2/E.412.

Application type: Cette commande a de nombreuses utilisations, qu'il s'agisse de contrôler l'acheminement détourné dans un réseau encombré pour limiter les connexions à plusieurs liaisons, ou de réduire les tentatives d'appel avec acheminement détourné dans un centre de commutation encombré.



a) Annulation d'un acheminement détourné «de» (ADD) sur le faisceau de circuits A-B



b) Annulation d'un acheminement détourné «vers» (ADV) sur le faisceau de circuits A-B

FIGURE 2/E.412

Exemples d'annulation d'acheminement détourné

3.2.2 *Evitement*

Cette commande permet au trafic d'omettre un faisceau de circuits donné pour passer au prochain faisceau de circuits dans son schéma d'acheminement normal.

Application type: Eviter un faisceau de circuits encombré ou un commutateur distant si le prochain faisceau de circuits peut acheminer les tentatives d'appel vers la destination sans faire intervenir le faisceau de circuits ou le commutateur encombrés. Les applications sont habituellement limitées aux réseaux offrant des possibilités étendues d'acheminement détourné. Quand on l'applique à des faisceaux de circuits bidirectionnels, cette commande a pour effet d'accroître le flux de trafic dans le sens opposé.

3.2.3 *Acheminement détourné temporaire*

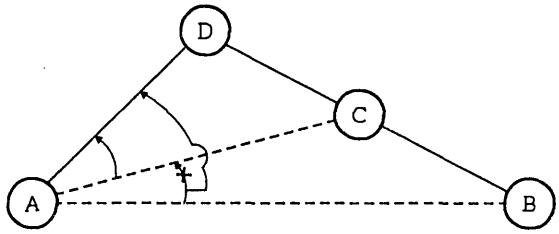
Cette commande réachemine le trafic des faisceaux de circuits encombrés sur des faisceaux de circuits qui ne sont pas normalement disponibles mais qui ont une capacité disponible à ce moment-là.

Application type: Augmenter le nombre d'appels qui aboutissent pendant les périodes d'encombrement du faisceau de circuits et améliorer la qualité d'écoulement du trafic offerte aux abonnés.

3.2.4 *Annonces enregistrées spéciales*

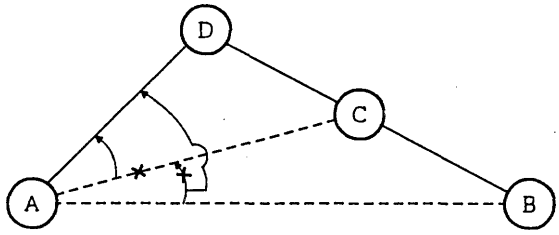
Ces annonces donnent des instructions spéciales aux opérateurs et/ou aux abonnés, en leur demandant, par exemple, de rappeler ultérieurement.

Application type: Signaler aux abonnés une situation anormale dans le réseau et modifier le comportement des abonnés et des opératrices en pareils cas. Les appels qui sont bloqués par d'autres commandes de gestion du réseau peuvent être également dirigés vers une annonce enregistrée.



T0201000-87

a) Evitement du trafic avec acheminement détourné sur le faisceau de circuits A-C



T0201010-87

b) Evitement du trafic avec acheminement détourné et avec acheminement direct sur le faisceau de circuits A-C

FIGURE 3/E.412

Exemples d'évitement

4 Commandes automatiques dans le commutateur

Les commandes de gestion du réseau dynamiques et automatiques représentent un progrès considérable par rapport aux commandes classiques. Ces commandes, préassignées, peuvent être déclenchées rapidement quand le commutateur décèle certaines situations internes, ou en réponse à des signaux d'état provenant d'autres commutateurs; elles sont supprimées rapidement quand elles ne sont plus nécessaires. Il convient de planifier l'application de commande automatique en tenant compte de la stratégie de réduction de la surcharge interne mise en œuvre par le logiciel du commutateur.

4.1 *Système de réduction automatique de l'encombrement*

4.1.1 *Encombrement du centre de commutation*

Lorsqu'un centre de commutation numérique international ou de transit doit écouler un trafic supérieur à sa capacité théorique, il peut subir une surcharge qui diminue sa capacité totale de traitement des appels. Vu la soudaineté de cet encombrement et les mesures urgentes qui s'imposent, la commande doit être automatique. Le système de réduction automatique de l'encombrement (RAE) permet au commutateur encombré d'envoyer une indication d'encombrement aux commutateurs qui lui sont reliés en se servant de la signalisation par canal sémaphore. Les commutateurs qui reçoivent cette indication peuvent en réponse réduire d'un certain pourcentage le trafic au commutateur encombré, en fonction des actions choisies pour chaque application.

4.1.2 *Détection et transmission de l'état d'encombrement*

Un commutateur doit pouvoir évaluer un comportement critique du système selon un critère de référence établi et, en cas de dépassement continu des valeurs nominales (par exemple, en raison d'un trafic trop abondant), annoncer un état d'encombrement. Il convient d'établir des seuils permettant de déceler deux niveaux d'encombrement, le niveau d'encombrement 2 (NE2) indiquant une dégradation de la qualité de fonctionnement plus grave que le niveau d'encombrement 1 (NE1). Quand il décèle l'un de ces niveaux d'encombrement, le commutateur doit pouvoir

1) inclure une indication de RAE dans les messages de signalisation par canal sémaphore appropriés et
2) informer son système logistique et centre de gestion du réseau d'un changement de son état d'encombrement.

4.1.3 *Réception et commande*

Quand un commutateur reçoit un signal indiquant qu'un commutateur qui lui est rattaché subit un encombrement, il doit pouvoir réduire le nombre de prises adressées au commutateur encombré.

Un commutateur doit pouvoir

1) assigner une action en réponse à la RAE pour chaque faisceau de circuit[1] comme spécifié par le responsable du réseau et

2) signaler à son centre de gestion et à son système logistique un changement dans l'état d'encombrement reçu d'un commutateur distant.

Le commutateur doit disposer de plusieurs catégories de commandes. Chaque catégorie spécifie le type et le volume de trafic à maîtriser pour répondre à chaque indication de RAE reçue. Ces catégories pourront être aménagées de façon à permettre une gamme étendue de réactions.

Dans une catégorie de réponses spécifiques à la RAE, si l'indicateur de RAE reçu correspond à l'état NE1, le commutateur qui reçoit cette indication peut, par exemple, réduire une partie du trafic avec acheminement détourné vers (ADV) vers le commutateur encombré. L'action prise par la commande sera soit un évitement ou une annulation pour les appels du trafic à réduire, selon l'action en réponse à la RAE qui a été attribuée au faisceau de circuits en cause. De même, en cas d'indication d'un état NE2, le commutateur qui reçoit cette indication peut commander l'annulation de tout le trafic à ADV et une certaine proportion du trafic à acheminement direct (AD). Les autres variantes pourraient résider dans la possibilité de réduire le trafic destiné aux destinations difficiles à atteindre, ou le trafic de transit. Ultérieurement, les catégories de commande pourraient être étendues aux commandes propres à un service. Cela serait particulièrement utile pour l'évolution vers le RNIS.

Remarque – Les catégories de réponses à la RAE peuvent être établies localement dans le commutateur ou d'après des données reçues d'un centre de gestion du réseau ou d'un système d'exploitation.

Le tableau 1/E.412 donne un exemple des possibilités d'adoption des réactions à un signal provenant d'un commutateur encombré. Dans cet exemple, les différentes actions de commande dépendent de la distinction qui est faite entre le trafic des types ADV et AD. Ces actions pourraient correspondre aux capacités initiales offertes par la commande de RAE. D'autres solutions pourront consister ultérieurement à pouvoir réduire le trafic difficile à acheminer (voir le § 2.2) ou le trafic de transit, ou à fournir d'autres commandes telles que l'espacement des appels. On pourrait aussi ajouter d'autres catégories de réponses au tableau 1/E.412 pour obtenir une plus grande souplesse d'exploitation et des variantes plus nombreuses de réponse à la commande de RAE. On pourra également exclure les appels prioritaires de la commande de RAE.

TABLEAU 1/E.412

Réponse à une commande de RAE

Niveau d'encombrement	Type de trafic	Catégorie de réponses		
		A	B	C
NE1	ADV	0	0	100
	AD	0	0	0
NE2	ADV	100	100	100
	AD	0	75	75

[1] Dans ce contexte, l'expression «faisceau de circuits» désigne tous les sous-faisceaux de circuits sortants et bidirectionnels qui peuvent relier directement le commutateur encombré et le commutateur qui réagit.

4.1.4 Toute application d'une RAE au niveau international doit reposer sur des négociations et des accords bilatéraux entre les Administrations intéressées, notamment si les appels contrôlés doivent faire l'objet d'évitement ou d'annulation. L'application au niveau national incombe aux autorités nationales. Un commutateur doté de la fonction «Commande et réception de RAE» ne doit pas appliquer la RAE sur toutes les voies d'acheminement, un commutateur distant pouvant être équipé pour la signalisation sur voie commune mais n'être pas encore en mesure d'assurer la RAE. Il pourrait en effet s'ensuivre des renseignements non valables dans les domaines de RAE dans les messages de signalisation et une application inappropriée des commandes de RAE au commutateur de destination. La Recommandation Q.542 donne des précisions sur le système de RAE.

4.2 *Commande sélective de réservation de circuits*

4.2.1 La commande sélective de réservation de circuits permet à un centre de commutation de donner automatiquement la préférence à un type de trafic spécifique ou à plusieurs types de trafic (par exemple, aux appels avec acheminement direct et non aux appels avec acheminement détourné) lorsque les circuits sont encombrés ou sur le point de l'être. La commande sélective de réservation de circuits peut être assurée soit dans une version à seuil unique, soit dans une version à deux seuils, la seconde étant préférable en raison de sa plus grande sélectivité. On trouvera dans la Recommandation Q.542 une description détaillée de la commande sélective de réservation de circuits.

4.2.2 *Caractéristiques générales*

La commande sélective de réservation de circuits se compose des paramètres suivants:

- un ou plusieurs seuils de réservation;
- une réaction à la commande;
- une option d'action de commande.

Le seuil de réservation définit le nombre ou la capacité de circuits qu'il convient de réserver aux types de trafic devant bénéficier d'un accès préférentiel au faisceau de circuits. La réaction à la commande définit les types de trafic qui doivent être moins prioritaires pour l'accès au faisceau de circuits, et le volume de trafic de chaque type à commander. L'option d'action de commande définit le traitement à appliquer aux appels auxquels l'accès au faisceau de circuits a été refusé. Les options d'action de la commande pour accès d'appel refusé au faisceau de circuits peut être l'*évitement* ou l'*annulation* d'acheminement détourné.

Si le nombre de circuits au repos ou la capacité de réserve dans le faisceau de circuits donné est inférieur ou égal au seuil de réservation, le centre de commutation vérifie la réponse à la commande spécifiée pour déterminer s'il y a lieu d'intervenir. La réponse *évitement* permet à un appel de trouver une voie d'acheminement détournée dans le faisceau de circuits suivant du schéma de l'acheminement (le cas échéant), alors que la réponse *annulation* bloque l'appel.

Ces paramètres doivent pouvoir être établis localement dans le commutateur pour chaque faisceau de circuits choisi ou au moyen d'informations provenant d'un système d'exploitation pour la gestion du réseau. Par ailleurs, le gestionnaire du réseau doit avoir la capacité de déclencher et d'annuler la commande, voire de la déclencher, mais sans qu'elle ne soit mise en œuvre (en fixant le seuil de réservation sur zéro, par exemple). En outre, le gestionnaire de réseau doit pouvoir fixer les valeurs en fonction des catégories de réponses.

4.2.3 *Commande sélective de réservation de circuits à seuil unique*

Dans cette version de la commande, un seuil unique est imposé au faisceau de circuits spécifié.

Le tableau 2/E.412 est un exemple de la souplesse qui peut être obtenue sur le plan des réponses à la commande en cas d'encombrement du faisceau de circuits. Ultérieurement, on pourra distinguer d'autres catégories de trafic qui s'ajouteront aux types de trafic indiqués au tableau 2/E.412. Par exemple, la commande de trafic pour les destinations difficiles à atteindre, comme l'indique le § 2.2, ou de préférence accordée à des appels prioritaires.

4.2.4 *Commande sélective de réservation de circuits à plusieurs seuils*

La commande à plusieurs seuils fixe deux seuils de réservation pour le faisceau de circuits spécifié. L'objet de ces seuils est de permettre une augmentation progressive du degré de réponse à la commande à mesure que le nombre de circuits au repos du faisceau de circuits décroît. La seule restriction imposée aux seuils de réservation tient au fait qu'un seuil associé à une commande rigoureuse doit toujours être inférieur ou égal au seuil de réservation d'une commande qui l'est moins, en ce qui concerne le nombre de circuits réservés ou la capacité des circuits.

TABLEAU 2/E.412

Exemple d'une réservation sélective de circuits à seuil unique
Table de pourcentage de réponses aux commandes

Seuil de réservation du faisceau de circuits	Type de trafic	Catégorie de réponse attribuée au faisceau de circuits		
		A	B	C
SR1	ADV	25	50	100
	AD	0	0	25

Le tableau 3/E.412 donne un exemple de la souplesse qui peut être obtenue sur le plan des réponses à la commande en cas d'encombrement d'un faisceau de circuits lorsqu'une commande de réservation à deux seuils est utilisée. Ultérieurement, on pourra distinguer d'autres catégories de trafic qui permettront d'élargir le nombre de types de trafic indiqués au tableau 3/E.412; par exemple, la commande de trafic pour les destinations difficiles à atteindre, comme l'indique le § 2.2.

TABLEAU 3/E.412

Exemple d'une réservation sélective de circuits à deux seuils
Table de pourcentage de réponses aux commandes

Seuil de réservation du faisceau de circuits	Type de trafic	Catégorie de réponse attribuée au faisceau de circuits				
		A	B	C	D	E
SR1	ADV	25	50	75	100	100
	AD	0	0	0	0	0
SR2	ADV	50	75	75	100	100
	AD	0	0	25	50	100

5 Etat et disponibilité des commandes de gestion du réseau

5.1 Le système d'exploitation pour la gestion du commutateur et/ou du réseau doit indiquer au centre de gestion du réseau et/ou au personnel du centre de commutation les commandes qui sont actuellement actives et si ces commandes ont été activées automatiquement ou manuellement. Des mesures des appels touchés par chaque commande doivent également être faites (voir la Recommandation E.502).

5.2 Pour faciliter la validité des fonctions de gestion du réseau pendant les périodes d'encombrement du commutateur, les terminaux de gestion du réseau (ou les interfaces du commutateur avec les systèmes d'exploitation pour la gestion du réseau) et les fonctions de gestion du réseau, comme les commandes, doivent bénéficier d'une priorité dans le logiciel d'exploitation du commutateur.

6 Commandes des opérateurs

Les opérateurs du trafic sont habituellement avisés des problèmes au moment où ils surviennent dans le réseau et les informations qu'ils reçoivent peuvent révéler la nécessité d'un contrôle du trafic. Ils peuvent alors être amenés à modifier leurs procédures normales pour réduire toutes les tentatives d'appel répétées (ou seulement celles adressées à des destinations précises), ou à utiliser des acheminements détournés vers une destination. Les opérateurs peuvent également fournir des renseignements aux abonnés et aux opérateurs distants pendant des situations anormales et utiliser des procédures spéciales de traitement des appels s'agissant d'appels d'urgence.

Recommandation E.413

GESTION DU RÉSEAU INTERNATIONAL – PLANIFICATION

1 Introduction

1.1 De nombreuses circonstances peuvent avoir pour corollaire un volume de trafic anormalement élevé ou une répartition inhabituelle des niveaux de trafic dans le réseau international, ou un affaiblissement de la capacité de ce réseau ou les deux. Ce sont:

- les jours de pointe,
- les dérangements des systèmes de transmission (y compris les interruptions prévues),
- les dérangements des commutateurs,
- les dérangements des systèmes de signalisation par canal sémaphore,
- les situations d'appels en masse,
- les catastrophes,
- l'introduction de nouveaux services.

L'expérience a prouvé qu'une planification préalable pour faire face à ces situations a un effet bénéfique sur l'efficacité globale de la gestion du réseau. L'application en temps opportun de principes de commande planifiés peut contribuer à améliorer la qualité de fonctionnement du réseau.

1.2 S'agissant d'événements connus et prévisibles, il faut mettre au point des plans prédéterminés de gestion du réseau et les faire agréer par les Administrations, et tenir compte des frais que cela implique. Le niveau de détail de chaque plan dépend du type de situation à prendre en considération. Par exemple, un événement régulier tel que Noël ou le Jour de l'An peut être planifié en détail. L'absence au sein d'une Administration de moyens de gestion du réseau en temps réel ne doit pas empêcher cette Administration de planifier ses activités.

1.3 Lorsque des situations imprévues se présentent pour lesquelles il n'existe pas de plan préétabli, il est alors nécessaire de convenir de dispositions appropriées. Que les mesures relatives à la gestion du réseau découlent d'un plan bien établi ou d'un arrangement ad hoc, il est indispensable que les Administrations intéressées parviennent à un accord entre elles avant la mise en œuvre pratique de ces mesures.

1.4 La planification de la gestion du réseau est en principe effectuée par le centre de «planification et de liaison pour la gestion du réseau» (voir la Recommandation E.414).

1.5 Un autre aspect de la planification de la gestion du réseau est la planification à long terme en vue de l'élaboration et l'introduction de nouvelles techniques et possibilités de gestion du réseau destinées à la surveillance et à la commande. Cette planification à long terme comprend l'élaboration de nouvelles commandes ou l'amélioration de certaines autres, que pourraient nécessiter l'introduction de nouveaux services ou la transition vers le RNIS. Ces fonctions sont normalement remplies par le centre de «développement de la gestion du réseau» (voir la Recommandation E.414).

2 Mise au point de plans

2.1 Un plan d'ensemble de gestion du réseau doit contenir les éléments ci-après, ou certains d'entre eux, selon le cas:

- indicateurs ou critères clés à utiliser pour déterminer le moment de l'application du plan;
- identification des destinations ou des points vulnérables et évaluation de l'incidence probable sur le trafic de départ et/ou d'arrivée;
- actions de commande pouvant être nécessaires ou à envisager sur place et à des emplacements distants, ce qui comprend l'identification d'autres voies d'acheminement temporaires qui peuvent être disponibles et, s'il y a lieu, les modifications des commandes automatiques;

- procédures spéciales de traitement des appels que doivent utiliser les opérateurs, et caractéristiques de notification;
- besoins de communication: identification des flux d'informations nécessaires entre le centre de gestion du réseau et d'autres organismes que cela peut concerner ou qui disposent d'informations pertinentes (centres de maintenance et d'exploitation, par exemple);
- données requises: recensement des informations qui peuvent être pertinentes et détermination de leur emplacement;
- événements ou repères principaux: ces éléments critiques permettent de mesurer la réussite ou l'évolution d'un plan et indiquent à quel moment certaines opérations doivent commencer ou se terminer.

2.2 Quel que soit la forme ou le fond d'un plan, celui-ci ne peut être pleinement efficace que s'il est aisément accessible et compris par toutes les parties intéressées, y compris les autres Administrations. Cela exige que soient périodiquement révisés les plans de gestion du réseau. Il s'agit ainsi de tenir compte des modifications et des adjonctions qui peuvent intervenir dans le réseau depuis leur établissement. (Cela est particulièrement important pour les plans qui ne sont pas fréquemment utilisés.) On tiendra compte à cet égard des modifications apportées à l'acheminement, de l'introduction de nouveaux faisceaux de circuits, de nouveaux commutateurs ou de la signalisation par canal sémaphore et des nouvelles possibilités de gestion du réseau depuis l'élaboration des plans.

2.3 En mettant au point un plan de gestion du réseau, il faut prévoir une certaine latitude et si possible un certain nombre de solutions de rechange. En effet, une action planifiée peut ne pas être exécutable ou disponible à un moment donné, par exemple parce que:

- elle est déjà en œuvre pour résoudre le problème en question ou un autre problème;
- elle peut être appliquée à d'autres fins;
- un centre de transit prévu n'est pas disponible en raison d'un encombrement ou d'une insuffisance de capacité de réserve à destination ou en provenance du centre de transit à ce moment-là.

3 Planification des jours de pointe

3.1 On constate, pour certains jours (fêtes religieuses et jour fériés, en général), une augmentation des appels sur le réseau international. Il faut concevoir des plans de gestion pour les jours fériés qui donnent en général ou qui peuvent donner lieu à un accroissement considérable du trafic.

Les appels pendant les jours de pointe peuvent causer des blocages graves et de longue durée sur le réseau, pour deux raisons:

- la longueur moyenne des conversations, un jour de pointe, est souvent très supérieure à celle d'un jour ouvrable ordinaire;
- ces jour-là, le type d'appel provenant (habituellement du secteur résidentiel) peut être différent du type d'appel usuel (provenant habituellement du secteur des affaires).

Conjuguées, ces deux raisons peuvent se traduire par un fort encombrement du réseau, ce qui nécessite une planification minutieuse et la mise en place de nombreux dispositifs de commande de gestion du réseau afin d'optimiser le service et les recettes.

Il convient de noter que de nombreux jours de pointe correspondent aux jours fériés. Il s'ensuit que les effectifs des centres de commutation téléphoniques et des bureaux administratifs peuvent être très restreints et que certaines données de trafic et mesures de service peuvent manquer. Il faut également tenir compte de ces facteurs pour la planification des jours de pointe.

3.2 Les plans destinés aux jours de pointe peuvent porter, selon le cas, sur:

- le personnel nécessaire pour la gestion du réseau et les heures de fonctionnement prévues, et l'échange de ces informations avec d'autres centres de gestion du réseau;
- la mise à disposition de circuits supplémentaires temporaires;
- la mise en sens unique de circuits à double sens, s'il y a lieu;
- les acheminements par voie détournée provisoires pour utiliser la capacité disponible prévue;
- les commandes pour empêcher l'acheminement détourné par des centres de transit probablement encombrés;
- le recensement des points difficiles à atteindre et dispositions de nature à réduire les tentatives d'appel vers ces points;
- les procédures d'appel spéciales destinées aux opérateurs, y compris l'échange d'informations sur l'état du réseau avec les centres d'exploitation;

- l'essai préalable de commandes nouvelles ou peu utilisées (y compris l'essai de réacheminement pour s'assurer du bon fonctionnement et de la possibilité d'aboutir au numéro demandé via le centre de transit);
- la limitation éventuelle, juste avant le jour de pointe des activités d'installation et de maintenance aux travaux essentiels afin que tous les circuits et l'équipement de commutation disponibles soient en service;
- les procédures tenant compte de situations spéciales, telles que des faisceaux entre centres de commutation internationaux (CCI), des systèmes de multiplication de circuits, etc.

4 Planification des défaillances d'un système de transmission

4.1 Les effets sur le service des défaillances d'un système de transmission international dépendent de plusieurs variables:

- la taille du système de transmission défaillant et sa relation avec la capacité totale du réseau;
- sa charge (le nombre de voies qui sont affectées à l'exploitation), qui peut varier très souvent;
- les destinations et/ou les services attribués au système de transmission et leur relation avec leur capacité respective totale, qui peuvent changer souvent;
- l'intensité du trafic entre le début de la défaillance et la remise en service ou la réparation, qui peut varier sensiblement;
- la durée de la défaillance, qui est généralement imprévisible;
- la disponibilité de la capacité de rétablissement du service, ce qui peut varier.

On voit qu'il est difficile, voire impossible, de prévoir les effets exacts sur le service d'une défaillance à un moment donné. Toutefois, compte tenu de la taille et de la charge toujours plus grandes des systèmes de transmission modernes, les conséquences sur le service d'une défaillance sont souvent graves; c'est pourquoi les Administrations se sont attachées à établir et à perfectionner les plans de rétablissement des systèmes de transmission.

L'expérience a montré que des actions de gestion du réseau peuvent aussi aider fortement à atténuer les effets défavorables sur le service, des défaillances. Toutefois, il convient de noter que ces actions en général complètent ou accroissent les avantages d'un plan de rétablissement sans pour autant en supprimer l'utilité. Pour les défaillances de courte durée, par exemple des brouillages solaires sur les satellites, les plans de gestion du réseau peuvent constituer la seule solution valable.

4.2 Lorsqu'un système de transmission international tombe en panne, les actions de gestion du réseau et les opérations de rétablissement de la transmission doivent s'effectuer parallèlement et de façon coordonnée:

- Le centre de gestion du réseau se rend compte des effets d'une défaillance sur le service, grâce à ses moyens de surveillance du réseau; dans certains cas, cela intervient avant même que les détails spécifiques de la défaillance soient connus. Le centre de gestion du réseau peut identifier les voies d'acheminement, les destinations et/ou les services affectés. Ces renseignements facilitent l'application des commandes de gestion du réseau et sont utiles aussi au centre de commande de rétablissement du service (voir la Recommandation M.725) pour fixer des priorités de rétablissement.
- La première réaction du centre de gestion du réseau doit être d'envisager l'utilisation provisoire de voies d'acheminement détournées pour écouler le trafic bloqué par la défaillance. Très souvent, ces actions peuvent commencer immédiatement, avant que l'on décide de mettre en œuvre un plan de rétablissement du service.
- Si un encombrement important persiste malgré les commandes d'expansion, il faut envisager d'utiliser des commandes de protection. Il convient de mettre l'accent sur l'identification des destinations difficiles à atteindre et sur la réduction sélective du trafic vers ces points pour que le reste du réseau puisse être utilisé pour le trafic, avec une plus grande probabilité de réussite.

4.3 Il est recommandé qu'un plan de gestion du réseau, en cas de défaillance d'un important système de transmission international, prévoie, selon le cas, les mesures suivantes:

- identification de destinations ou de centres affectés, pour le trafic de départ et le trafic d'arrivée;
- acheminement provisoire par voie détournée pouvant être utilisé pour contourner le dérangement, et heures de disponibilité;
- listes de notification;
- procédures spéciales de traitement d'appel pour les opérateurs;
- régulation pouvant être nécessaire dans les réseaux connectés;
- régulation à demander aux centres de gestion du réseau distant;
- mesures à prendre après le dépannage pour rétablir la configuration normale du réseau;
- annonces enregistrées spéciales destinées aux usagers, si nécessaire.

5 Planification des défaillances d'un centre de commutation international

5.1 Les conséquences, sur le service, de la défaillance d'un centre de commutation international dépendent d'un certain nombre de variables:

- existence d'un ou plusieurs centres de commutation internationaux;
- plan d'acheminement et répartition des faisceaux de circuits entre les centres de commutation internationaux;
- intensité du trafic pendant la défaillance;
- durée de la défaillance;
- taille (capacité) et change nominale du centre de commutation défaillant, et relation avec la capacité totale de commutation internationale.

En tout état de cause, la défaillance d'un centre de commutation international a en général des conséquences graves sur le service. Les plans de gestion de réseau pour le rétablissement en cas de défaillance d'un commutateur présentent des avantages considérables lors de défaillances car ils empêchent l'encombrement de s'étendre aux centres de commutation qui y sont raccordés et permettent d'acheminer le trafic par voie détournée et de contourner ainsi un commutateur en dérangement.

5.2 Il est recommandé qu'un plan de gestion de réseau pour le rétablissement en cas de défaillance d'un commutateur comprenne, le cas échéant, les renseignements suivants:

- renseignements généraux sur le commutateur et sur sa fonction dans le réseau, avec des schémas de la configuration normale du réseau et de sa nouvelle configuration pendant une défaillance;
- actions à entreprendre pour vérifier la défaillance totale d'un commutateur, afin de faire la différence avec certaines actions de relève de dérangement (dans les centraux à commande par programme enregistré) qui peuvent, à première vue, paraître similaires;
- listes de notification;
- premières actions de commande à entreprendre après constatation de la défaillance d'un commutateur;
- actions de commande supplémentaires à entreprendre, compte tenu des prévisions de défaillance;
- commandes à appliquer dans le réseau national;
- commandes à demander aux centres de gestion du réseau distants;
- modifications éventuelles à apporter aux commandes automatiques;
- séquence de suppression de la commande lorsque le commutateur recommence à fonctionner normalement.

5.3 Ces plans doivent être examinés et mis à jour chaque fois qu'un changement important intervient dans la configuration du réseau, ou tout au moins chaque année. Un tel plan doit être élaboré pour un nouveau centre de commutation international avant qu'il ne soit mis en service dans le réseau.

6 Planification en cas de défaillance d'un système de signalisation par canal sémaphore

6.1 Lorsqu'une défaillance du système de signalisation par canal sémaphore interrompt le flux de trafic, le trafic affecté peut être détourné par des commandes de gestion du réseau vers d'autres faisceaux de circuits non affectés. Il est préférable que ces actions soient planifiées à l'avance. Ces plans doivent comprendre les modifications à apporter aux réactions automatiques de contrôle de flux dans la signalisation par canal sémaphore, qui peuvent être nécessaires dans les commutateurs pour permettre d'entreprendre les actions prévues [par exemple, changer la réponse normale programmée à la réception d'un signal d'ordre de transfert interdit (TIO)].

6.2 Il convient de noter que, à mesure que la signalisation par canal sémaphore s'étend dans le réseau international, le nombre de voies d'acheminement détournées disponibles peut devenir limité, ce qui nécessite une planification de plus en plus minutieuse.

7 Planification des appels en masse

7.1 Les appels en masse non maîtrisés peuvent créer d'importants dérangements dans le réseau. Toutefois, moyennant une planification adéquate, les effets négatifs de nombreuses situations d'appels en masse peuvent être minimisés. La clé du succès, c'est un système d'avertissement préalable et de coopération et de planification entre les services.

Pour cela, il faut que les Administrations soient conscientes d'éventuelles situations d'appels en masse afin que l'utilisation proposée du réseau puisse être évaluée préalablement de manière à déterminer les risques d'encombrement. Lorsque l'encombrement apparaît probable, on peut proposer d'autres dispositions d'acheminement, notamment l'utilisation de commandes de gestion de réseau.

7.2 Grâce à la disponibilité très répandue de commande d'espacement des appels (voir la Recommandation E.412), certaines applications d'appels en masse peuvent être assurées sans dommage pour le réseau. Les commandes d'espacement des appels peuvent être établies dans chaque commutateur pour limiter les appels sortants au volume nécessaire pour que les lignes appelées soient toutes remplies. Toutefois, il convient de noter qu'aucune stratégie de commande d'appels en masse ne peut empêcher des encombrements au point de départ et des retards de tonalité de numérotation dans les centraux locaux quand un grand nombre d'abonnés essayent simultanément d'appeler un service ou un numéro donné.

8 Catastrophes

Les catastrophes peuvent être d'origine naturelle (par exemple, typhon, tremblement de terre) ou artificielle (accident d'avion ou de chemin de fer, etc.). Ces événements peuvent entraîner soit des dégâts aux installations de réseau, soit un accroissement des appels hors de la normale, soit les deux à la fois. S'il est difficile de prévoir une catastrophe, on peut en revanche prévoir avec une certaine précision ses répercussions sur le réseau téléphonique et élaborer des plans en conséquence. Ces plans devraient comprendre:

- des listes de contact et de notification;
- des actions de commande requises sur le plan local et/ou dans d'autres Administrations;
- des dispositions en vue d'une augmentation des effectifs et d'une prolongation des heures d'exploitation.

(Voir le § 6.5 de la Recommandation E.411.)

9 Planification de l'introduction de nouveaux services

L'introduction de nouveaux services dans le réseau peut se traduire par des caractéristiques du flux de trafic nouvelles ou inhabituelles et/ou une demande inhabituelle de trafic, en particulier lorsque ce nouveau service suscite au départ un vif intérêt. En conséquence, il convient d'évaluer l'incidence potentielle sur le réseau d'un nouveau service pour déterminer les situations dans lesquelles il peut y avoir un encombrement ou une dégradation du service et pour recenser les dispositifs de surveillance et de commande de gestion du réseau éventuellement nécessaires. Il importe que cette analyse soit faite bien avant que le service prévu ne soit disponible, afin que l'on puisse procéder, en temps opportun, aux modifications requises du centre de commutation et/ou des logiciels du système d'exploitation pour la gestion du réseau. Cette analyse contribuera à garantir que les dispositifs nécessaires de surveillance et de commande seront disponibles avant l'introduction du nouveau service.

10 Négociation et coordination

10.1 L'échange d'informations entre Administrations au sujet de leurs possibilités de gestion du réseau doit faire partie du processus de planification de la gestion du réseau. Des plans précis doivent être négociés à l'avance à titre bilatéral ou multilatéral, selon le cas. Pour les négociations préalables, il faut prévoir un délai suffisant pour étudier pleinement tous les aspects du plan proposé et résoudre les problèmes, de façon que le plan puisse être mis en œuvre sans délai en cas de besoin.

10.2 Au moment de la mise en œuvre, il convient de coordonner l'utilisation de tout plan de gestion du réseau avec les Administrations en cause. Il faut selon le cas:

- vérifier que le(s) centre(s) de transit prévu(s) dispose(nt) de la capacité de commutation nécessaire pour écouler le trafic supplémentaire;
- vérifier que le(s) faisceau(x) de circuits dispose(nt) de la capacité nécessaire entre le centre de transit prévu et la destination;
- faire savoir à l'Administration (ou aux Administrations) de transit qu'il y aura du trafic de transit sur ses (leurs) faisceaux de circuits et dans ses (leurs) centres de commutation;
- prendre des dispositions en vue du déclenchement des commandes dans les emplacements distants;
- faire le nécessaire pour la surveillance du plan durant son exécution afin de déterminer la nécessité éventuelle de le modifier.

Lorsque l'utilisation d'un plan n'est plus nécessaire, toutes les Administrations en cause doivent en être informées afin que l'on puisse rétablir la configuration normale du réseau.

GESTION DU RÉSEAU INTERNATIONAL – ORGANISATION

1 Introduction

Le haut niveau de coopération et de coordination qui doit exister en matière de gestion du réseau international ne pourra être assuré sans un interfonctionnement efficace et réel entre les organisations de gestion du réseau international dans les différents pays. La présente Recommandation définit les éléments d'organisation nécessaires à cet effet et décrit les fonctions et responsabilités de chaque élément.

La présente Recommandation concerne uniquement les éléments d'organisation qui sont indispensables au développement, à la planification, à la mise en œuvre et à la commande de la gestion du réseau international. Il est admis qu'il faudra nécessairement accomplir d'autres fonctions dans le cadre de l'organisation de la gestion du réseau, à l'appui des fonctions spécifiées ci-après ou dans celui de la gestion du réseau national.

Il faut reconnaître aussi que les Administrations pourraient juger inopportun d'affecter chaque élément à un personnel distinct ou de créer une organisation séparée. Les Administrations sont libres d'organiser ces fonctions de la façon qui correspond le mieux à leur situation et au niveau de développement de la gestion du réseau.

2 Gestion du réseau international – Organisation

2.1 En ce qui concerne la coopération et la coordination internationales, il faut que la gestion du réseau ait pour base une organisation composée des trois éléments suivants qui devraient exister dans un pays qui pratique une gestion du réseau international:

a) planification et liaison pour la gestion du réseau;

b) mise en œuvre et commande pour la gestion du réseau;

c) développement pour la gestion du réseau.

Chaque élément représente une série de fonctions et de responsabilités. Ils sont définis plus en détail aux § 3 à 5 ci-après.

2.2 Chaque Administration est libre de grouper les éléments définis aux § 3 à 5 ci-après en un seul organisme, par exemple, un centre de gestion du réseau international. Cette méthode est probablement la plus pratique et la plus efficace lorsque le degré de développement et la pratique de la gestion du réseau sont très poussés. Lorsque cette méthode n'est pas possible ou très difficile, les fonctions de gestion du réseau international peuvent être accomplies dans des centres qui servent à des activités connexes. Le § 6 fournit des directives précises sur les rapports entre la gestion et la maintenance du réseau et envisage les possibilités de combiner les éléments d'organisation faisant partie de ces deux domaines d'activité.

2.3 Quelles que soient les dispositions qu'une Administration décide d'adopter pour l'organisation de la gestion de son réseau international, elle devra s'assurer que les fonctions et responsabilités d'un élément donné de l'organisation ne soient pas morcelées entre deux centres. Les Administrations peuvent alors publier une liste d'informations concernant les points de contact (voir les indications du § 7) donnant les numéros de téléphone et de télex, les heures de service, etc., pour chaque élément.

3 Planification et liaison pour la gestion du réseau

3.1 Le centre de planification et de liaison pour la gestion du réseau est un élément de l'organisation de la gestion du réseau international. Il est chargé de la liaison avec d'autres Administrations, en vue d'élaborer des plans pour traiter les cas de volumes imprévisibles de trafic élevé et toute autre situation susceptible de compromettre l'établissement des communications internationales.

3.2 Le centre de planification et de liaison pour la gestion du réseau est responsable de la série suivante de fonctions:

a) se mettre en contact avec des centres semblables dans d'autres Administrations, pour déterminer les mesures à prendre pour faire face à des volumes imprévisibles de trafic élevé et à d'autres situations susceptibles de compromettre l'établissement des communications;

b) élaborer des plans pour traiter les cas de volumes de trafic anormalement élevé résultant de situations prévisibles, tant au niveau national qu'international;

c) se mettre en contact avec le responsable du rétablissement du service d'une Administration donnée à propos des plans de gestion du réseau pour les défaillances et mises hors service prévues;

d) se mettre en contact avec des centres semblables dans d'autres Administrations pour déterminer les mesures à prendre lorsque les plans établis pour répondre aux situations anormales ne peuvent être mis en œuvre;

e) s'assurer que les moyens et dispositions de gestion du réseau indispensables à la mise en œuvre rapide de plans agréés sont disponibles et prêts à être utilisés, lorsque le besoin s'en fait sentir.

4 Mise en œuvre et commande pour la gestion du réseau

4.1 Le centre de mise en œuvre et commande pour la gestion du réseau est un élément de l'organisation de la gestion du réseau international. Il est chargé de contrôler la qualité de fonctionnement et l'état du réseau en temps réel, de déterminer s'il faut prendre des mesures en matière de gestion du réseau et, si nécessaire, de mettre en œuvre ces mesures et d'en surveiller l'exécution.

4.2 Le centre de mise en œuvre et de commande pour la gestion du réseau est responsable de la série suivante de fonctions:

a) contrôler l'état et le fonctionnement du réseau;

b) réunir et analyser des données sur l'état et le fonctionnement du réseau;

c) déterminer la nécessité d'une intervention sur le trafic, en se fondant sur l'une au moins des conditions suivantes:
   - la défaillance ou la mise hors service prévue d'un système de transmission national ou international,
   - la défaillance ou la mise hors service prévue d'un centre de commutation national ou international,
   - l'encombrement d'un centre de commutation international,
   - l'encombrement d'un réseau distant,
   - l'encombrement vers une destination internationale,
   - une forte charge de trafic due à une situation inhabituelle;

d) appliquer ou faire établir les actions de commande pour la gestion du réseau décrites dans les Recommandations E.411 et E.412;

e) le maintien de la liaison et de la coopération avec les services homologues d'autres Administrations en vue de l'application de commandes pour la gestion du réseau;

f) liaison avec le service de signalisation des dérangements (réseau)[1] dans le cadre de l'Administration touchant l'échange de renseignements disponibles de part et d'autre;

g) liaison avec le centre de commande de rétablissement du service[2] dans le cadre de l'Administration concernant les défaillances et mises hors services prévues;

h) la diffusion au sein de sa propre Administration des renseignements relatifs aux dispositions prises en matière de gestion du réseau.

5 Développement pour la gestion du réseau

5.1 Le développement pour la gestion du réseau est un élément appartenant à l'organisation de la gestion du réseau international. Il concerne l'élaboration et l'introduction des techniques et moyens à mettre en œuvre pour la surveillance et le contrôle de la gestion du réseau international, mais les responsabilités qui lui sont associées peuvent être analogues pour le réseau national.

5.2 Le développement pour la gestion du réseau comporte la série suivante de fonctions:

a) mise en place de moyens qui permettront d'appliquer les techniques modernes de gestion du réseau;

b) planification à long terme pour l'introduction coordonnée de nouvelles techniques de gestion du réseau et de meilleures dispositions en matière de surveillance et de commande du réseau;

c) évaluation de l'efficacité des plans, des commandes et stratégies actuels, en vue de reconnaître la nécessité d'élaborer de meilleurs commandes, stratégies de commande et systèmes support, en particulier là où le besoin peut s'en faire sentir pour les nouveaux services et le RNIS.

---

[1] Le service de signalisation des dérangements dans le réseau est un élément fonctionnel de l'organisation générale de la maintenance (voir la Recommandation M.716).

[2] Le centre de commande du rétablissement du service est un élément fonctionnel de l'organisation générale de la maintenance (voir la Recommandation M.725).

6 Coopération et coordination entre les organisations de gestion du réseau et de maintenance du réseau

Une coopération et une coordination étroites entre l'organisation de la gestion du réseau décrite dans la présente Recommandation et l'organisation de maintenance du réseau définie dans les Recommandations de la série M.700 peuvent présenter des avantages considérables. A titre d'exemple, les rapports concernant des difficultés sur le réseau qui parviennent au service de signalisation des dérangements (réseau) de l'organisation de la maintenance peuvent faciliter la tâche du centre de mise en œuvre et de commande pour la gestion du réseau en lui permettant de rendre plus précises ses activités de commande. De même, dans bien des cas, les difficultés communiquées au service de signalisation des dérangements (réseau) peuvent être élucidées par les informations dont dispose déjà le centre de mise en œuvre et de commande pour la gestion du réseau. Pour cette raison, et pour tenir compte de la situation particulière de l'exploitation et du stade de développement de la gestion du réseau au sein d'une Administration, certains des éléments fonctionnels de la présente Recommandation peuvent être situés à proximité de l'un des groupes d'éléments fonctionnels de l'organisation de la maintenance du réseau définie dans la Recommandation M.710.

Lorsqu'il peut être avantageux de créer un centre de gestion international distinct contenant des éléments susmentionnés, il convient de veiller à assurer une liaison et un échange d'informations appropriés entre ce centre et l'organisation de la maintenance du réseau.

7 Echange d'informations concernant les points de contact

Pour chacun des trois éléments d'organisation décrits aux § 3 à 5 ci-dessus, les Administrations doivent échanger des informations sur les points de contact, dans le cadre de l'échange général spécifié dans la Recommandation M.93.

SECTION 3

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL

Recommandation E.420

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL – CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

1 Paramètres de la qualité de service

Le niveau de la qualité de service dans le réseau peut être défini de manière appropriée par un ensemble de paramètres qui sont mesurés, enregistrés et traités par ordinateur.

Une série de concepts relatifs à la qualité de fonctionnement sont définis dans la Recommandation E.800, l'objectif étant d'offrir une description satisfaisante de la qualité de service et d'indiquer les liens qui existent entre ces concepts. L'application de chacun de ces concepts peut être affectée par un certain nombre de causes particulières. Ces causes (soit seules ou en groupe) sont à l'origine des signes de défaillance observés par l'usager.

L'usager juge de l'extérieur le service fourni et son appréciation peut être décrite par les paramètres de la qualité de service observée. Le lien établi entre les paramètres de la qualité de service observée dans un cas particulier et les causes de dégradation peut être indiqué dans des tableaux [1)].

On a défini cinq paramètres fondamentaux de la qualité de service observée qui traduisent le degré de qualité associé aux prestations suivantes:

i) fournir au client la possibilité d'utiliser les services souhaités;

ii) offrir un niveau souhaité de service en ce qui concerne:
- l'établissement de la communication,
- le maintien de la communication,
- la qualité de la communication,
- l'exactitude de la facturation.

Le comportement de ces paramètres peut être contrôlé au moyen d'indicateurs de la qualité de service (par exemple, taux d'efficacité, taux d'interruption des communications, etc.).

On peut fixer à ces indicateurs des objectifs qui seront révisés à intervalles réguliers.

Lorsqu'une détérioration de ces indicateurs de supervision est constatée ou qu'un programme d'amélioration de la qualité est mis en œuvre, il faut collecter davantage de données de mesures, de façon à pouvoir faire une analyse plus détaillée en vue de localiser les causes de dégradation qui sont à l'origine des problèmes rencontrés.

2 Méthodes de mesure de la qualité du service

2.1 Les méthodes permettant de mesurer la qualité du service sont:

1) l'observation de la qualité du service par des moyens extérieurs;
2) l'utilisation d'appels d'essai (trafic simulé);
3) les enquêtes auprès des usagers;
4) l'observation automatique interne.

[1)] On trouvera des tableaux de ce type dans le manuel cité en [1].

2.2 Il est recommandé que les Administrations établissent un programme d'observation et d'essais à effectuer en vue d'apprécier le fonctionnement des circuits et des installations, de surveiller le travail des opératrices, d'évaluer la qualité du service fourni aux usagers. Il est souhaitable que les Administrations se communiquent des statistiques de contrôle de la qualité de service.

2.3 Le tableau 1/E.422 se rapporte à l'observation manuelle et semi-automatique de la qualité du service téléphonique international automatique et semi-automatique. Il permet surtout d'effectuer le contrôle du pourcentage des tentatives d'établissement n'aboutissant pas par suite de fautes techniques (manque d'organes ou défauts).

Le tableau 2/E.422 se rapporte aux mêmes informations que celles du tableau 1/E.422 mais il ne contient pas d'informations qui peuvent être obtenues seulement par des opératrices écoutant les conversations (observation automatique).

Le tableau 1/E.423 se rapporte aux observations du trafic établi par les opératrices. Il permet de déterminer l'efficience des circuits internationaux, d'évaluer le travail des opératrices et la qualité de l'audition en service semi-automatique et manuel.

Le tableau 2/E.423 résume les observations relatives au temps de réponse des opératrices. Le tableau est élaboré par des moyens automatiques.

Le tableau 1/E.424 est utilisé pour consigner les résultats des appels d'essais effectués en particulier lorsque les observations recueillies sur le tableau 1/E.422 font apparaître un pourcentage trop élevé de défauts.

L'utilisation d'enquêtes auprès des usagers comme méthode d'évaluation de la qualité du service fait l'objet de la Recommandation E.125 qui traite plus particulièrement de la détermination des causes des difficultés que les usagers peuvent rencontrer en procédant à un appel téléphonique automatique international.

La Recommandation E.426 fournit des directives générales sur le pourcentage de tentatives d'appel efficaces à respecter dans le cas de communications internationales.

Le tableau 1/E.427 peut être utilisé pour compléter les observations consignées dans le tableau 1/E.422 lorsque ces observations font clairement apparaître que le pourcentage des fautes résultant des difficultés rencontrées par l'usager est trop élevé ou lorsque les résultats de l'application de la Recommandation E.125 montrent qu'il est nécessaire de recueillir des données supplémentaires.

La Recommandation E.425 décrit les données qui pourraient être obtenues du centre de commutation en ce qui concerne la qualité du service et l'échange de ces données.

2.4 Il est extrêmement important de prêter attention à la qualité de service du courant de trafic d'arrivée, l'Administration du pays d'arrivée étant la mieux placée pour améliorer la situation.

Dans le passé, plusieurs Administrations se sont moins préoccupées de la qualité du service des appels à l'arrivée que de celle des appels au départ; il ne faudrait pas que cette situation persiste dans le futur.

En plus de la mesure de la qualité de service du courant de trafic de départ décrite dans la présente série de Recommandations, il est vivement recommandé aux Administrations d'observer le courant de trafic d'arrivée en vue d'améliorer la qualité de service.

3 Autres sources d'informations sur la qualité de service

Il est reconnu que les sources suivantes peuvent utilement contribuer à améliorer la qualité du service:

- réclamations des abonnés (voir l'annexe B);
- autres Administrations ou organisations telles que Intelsat (rapports SPADE);
- opérateurs contactant le personnel de maintenance en vue d'une action directe;
- opérateurs donnant des informations sur la qualité de service: si le trafic des opérateurs est important, on pourrait envisager d'organiser le flux de ce type d'informations en établissant des «codes de dérangement» (par exemple, écho, absence de tonalité, absence de réponse, etc.);
- rapports émanant des centres de commutation «nationaux»: la qualité de service observée par l'abonné dépend non seulement du réseau international et du réseau du pays de destination mais aussi du réseau national du pays d'origine;
- organisations d'usagers et grandes sociétés: les grandes sociétés ayant beaucoup à gagner d'une amélioration de la qualité de service, elles pourraient être disposées à coopérer avec les Administrations;
- mesures de la durée d'occupation par rapport à la durée de la conversation;
- durée moyenne des conversations;
- mesures du trafic;
- mesures de la transmission.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.420)

Méthode possible pour intégrer les mesures de la qualité de service dans un processus global de localisation du problème

Un processus d'attribution des ressources et une procédure type d'identification des problèmes sont représentés graphiquement aux figures A-1/E.420 et A-2/E.420. Les numéros 1) à 10) indiqués sur ces figures correspondent aux étapes décrites ci-après.

1) On fixe le seuil d'anomalie pour détecter d'éventuelles destinations isolées. Il appartient à chaque Administration de déterminer cette valeur.

2) On peut considérer qu'une destination est isolée quand la fréquence des tentatives de prise est suffisamment élevée pour indiquer que cette destination fait l'objet de demandes (20 tentatives par jour, par exemple) qui ne reçoivent pas ou quasiment pas de réponse.

3) Le moyen le plus commode pour déterminer si des améliorations sont possibles consiste à «consulter les autres Administrations».

4) Il convient d'appliquer, le cas échéant, des actions de gestion du réseau, telles que l'acheminement par voie détournée.

5) On calcule la priorité de destination *P* pour chaque destination comme suit:

$$P = BID^{2)} \times (TTPRC - TTPRM)$$

où

BID[2)] est le nombre total de tentatives de prise vers la destination pendant un intervalle de temps donné (par exemple, 1 mois);

TTPRC est la performance du *TTPR* (taux de tentatives de prise avec réponse) cible[3)] que l'on prévoit en raison des activités d'amélioration du service;

TTPRM est le *TTPR* mesuré[3)] vers la destination pendant la même période que pour les *BID*.

Le *TTPRC* est fixé pour chaque destination, il peut être fondé sur la valeur moyenne historique du *TTPR* et doit être supérieur à cette valeur.

Pour se conformer aux dispositions du § 2.2 de la Recommandation E.426, le *TTPRC* utilisé dans la formule de *P* susmentionnée ne doit pas être inférieur au *TTPRM* enregistré lors de la période précédente.

6) Pour se conformer aux dispositions du § 2.4, il est suggéré de considérer également le trafic d'arrivée international *total* comme l'un des éléments qui nécessite des améliorations pour la qualité de service. Il convient de noter que cette procédure peut s'appliquer très bien aux destinations nationales, par exemple d'après un indicatif de zone et qu'elle peut s'appliquer sur la base d'une voie d'acheminement d'arrivée.

7) Faire une analyse détaillée: lorsque cela est possible, contrôler la qualité de fonctionnement des faisceaux de circuits et faire des analyses sur la base d'un code de destination. Il est indispensable de tenir compte des circuits à effet «destructeur d'appels» (il faut noter que l'observation de la qualité de service n'a pas directement pour objet de détecter les circuits «destructeurs d'appels»).

8) Discuter des améliorations possibles avec le personnel de contrepartie.

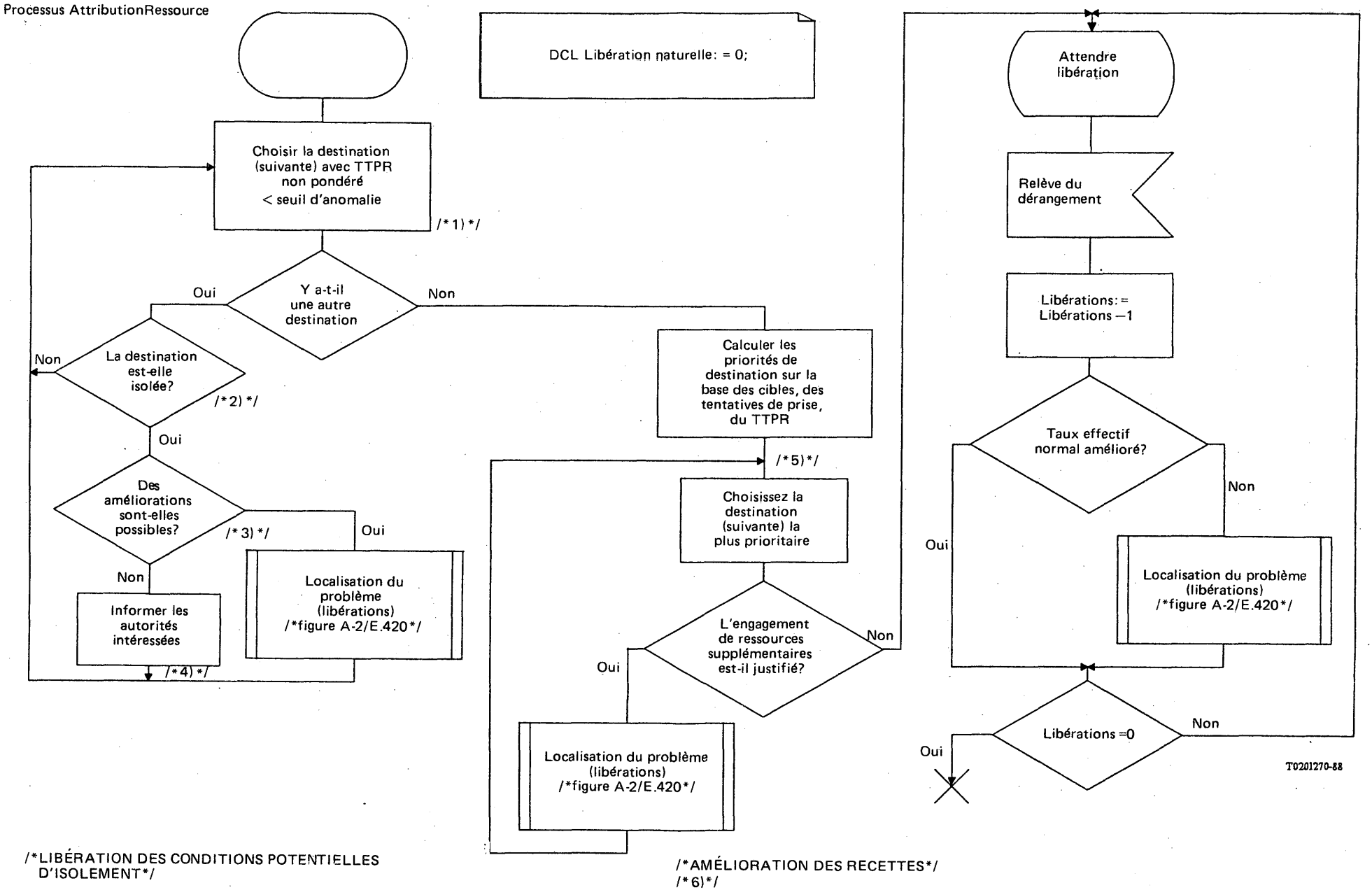
9) Dans la Recommandation M.710 (Organisation générale de la maintenance pour le service international automatique et semi-automatique) figure une description des éléments fonctionnels de maintenance de base, de leurs fonctions et de la coopération entre ces éléments fonctionnels. La Recommandation M.1230 (Evaluation de la qualité de fonctionnement du réseau téléphonique international) fournit des indications sur les rapports entre les observations relatives à la qualité du service, l'évaluation du fonctionnement du réseau et les procédures de maintenance. Il convient de noter que la qualité de service dépend énormément de l'exploitation adéquate des éléments fonctionnels et des procédures de maintenance; c'est pourquoi il est fortement conseillé aux Administrations confrontées à des problèmes de qualité de service de se conformer aux Recommandations relatives à la maintenance, qui figurent dans le tome IV.

10) Si cette procédure n'aboutit pas, une procédure de transfert en escalade peut s'imposer (voir la Recommandation M.711).

---

2) Les minutes taxées ou les recettes peuvent être utilisées.

3) Si l'on ne peut pas utiliser le *TTPR* , on considère que le *TPR* (taux de prise avec réponse) est un substitut acceptable, les prises, *TTPRC* et *TTPRM* pouvant alors s'appliquer.


Processus AttributionRessource
DCL Libération naturelle: = 0;
Choisir la destination (suivante) avec TTPR non pondéré < seuil d'anomalie
/*1)*/
Y a-t-il une autre destination
Oui
Non
La destination est-elle isolée?
/*2)*/
Non
Oui
Des améliorations sont-elles possibles?
/*3)*/
Oui
Non
Informer les autorités intéressées
/*4)*/
Localisation du problème (libérations) /*figure A-2/E.420*/
/*LIBÉRATION DES CONDITIONS POTENTIELLES D'ISOLEMENT*/
Calculer les priorités de destination sur la base des cibles, des tentatives de prise, du TTPR
/*5)*/
Choisissez la destination (suivante) la plus prioritaire
L'engagement de ressources supplémentaires est-il justifié?
Oui
Non
Localisation du problème (libérations) /*figure A-2/E.420*/
/*AMÉLIORATION DES RECETTES*/
/*6)*/
Attendre libération
Relève du dérangement
Libérations: = Libérations –1
Taux effectif normal amélioré?
Oui
Non
Localisation du problème (libérations) /*figure A-2/E.420*/
Libérations =0
Oui
Non
T0201270-88

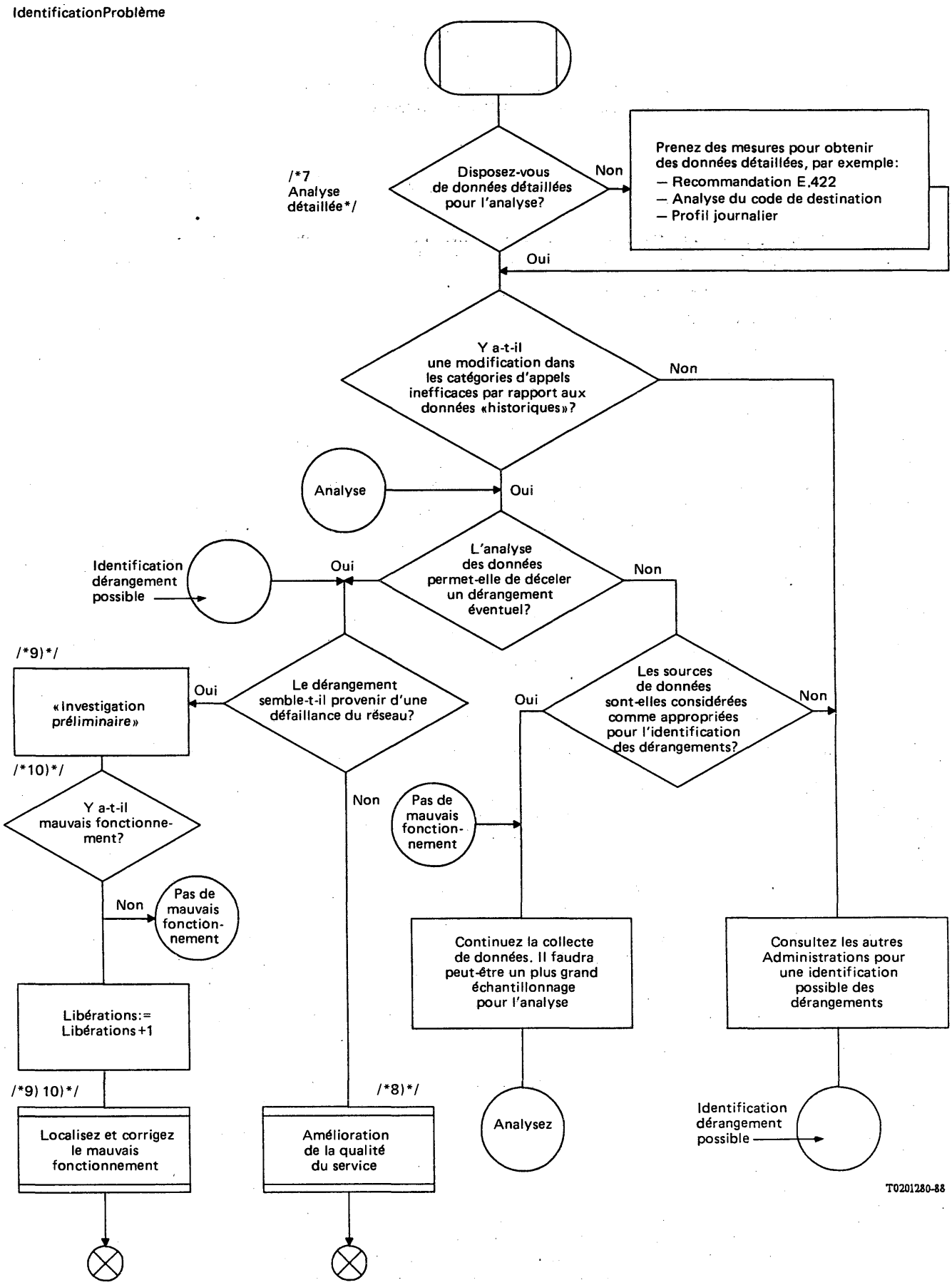


FIGURE A-2/E.420

Procédure d'identification des problèmes

ANNEXE B

(à la Recommandation E.420)

Utilisation des réclamations d'abonnés pour améliorer la qualité de service dans le trafic international

Il est possible d'utiliser les réclamations des abonnés pour contrôler les processus, si l'organisation de l'Administration lui permet de centraliser ces réclamations.

On peut traiter statistiquement les données recueillies pour fournir des indications utiles au personnel de maintenance et d'exploitation et lui permettre de régler les problèmes et ainsi d'améliorer la qualité de service.

Trois aspects à considérer pour le traitement des données:

- les données elles-mêmes;
- les processus statistiques;
- l'analyse des réclamations.

B.1 Données à recueillir

Le rapport de dérangement établi par un abonné peut être subjectif et sans fondement parce qu'il est normalement effectué par une personne qui n'est pas formée à l'observation de la qualité de service. Par conséquent, il est nécessaire de veiller à rendre les détails de la réclamation aussi fiables que possible de manière à pouvoir identifier la dégradation du réseau qui a pu causer la réclamation.

Exemples (voir également le Manuel cité en [1]):

- données relatives au nombre des abonnés en cause (voie d'acheminement, destination);
- données concernant les observations faites pendant la (ou les) tentative(s) d'appel n'ayant pas abouti ou pendant la perturbation de la communication;
- heure de l'observation par l'abonné.

B.2 Processus statistiques pour améliorer la fiabilité des données

Des données fiables sont obtenues par le traitement statistique d'un grand nombre de réclamations (par exemple la valeur moyenne pendant une période donnée). Pour atteindre ce but, les méthodes suivantes sont jugées utiles:

1) choisir des réclamations dont les causes possibles semblent être liées à des *dégradations* du réseau,
2) *rassembler* les réclamations pendant une période de temps donné, par exemple un mois ou une semaine, selon le nombre des réclamations,
3) calculer *statistiquement le rapport des réclamations* à partir des données accumulées, par exemple le rapport *réclamation/aboutissement des appels* (RRAA), pour la période de temps choisie:

$$\text{RRAA} = \frac{\text{Nombre de réclamations}}{\text{Nombre de tentatives d'appel ayant abouti}} \times 100\%$$

Il est pratique d'utiliser le RRAA en combinaison avec un ou plusieurs aspects de classification (voir le § B.3) tels que l'aspect «par destination».

B.3 Analyse des réclamations

Il est nécessaire d'identifier la dégradation possible du réseau ayant provoqué la réclamation et de la supprimer progressivement de manière à améliorer réellement la qualité de service. Pour ce faire, il convient de décomposer la réclamation en données utiles pour que les organismes de maintenance du réseau puissent localiser la dégradation éventuelle. Les méthodes suivantes sont jugées utiles à cet égard:

1) classer les réclamations par catégories de défaillance;
2) classer les réclamations par destination, voie d'acheminement (ou faisceau de circuits) et/ou par indicatif de zone;

3) une analyse horaire peut être efficace pour identifier des dégradations qui risquent de ne pas apparaître si on les examine sur la base d'une journée entière;

4) une modification relative des données statistiques ou une tendance qui s'en dégagerait peut traduire une modification de l'état du réseau et fournit une indication utile complémentaire aux valeurs; ainsi un accroissement rapide de la valeur statistique (par exemple le taux des réclamations) peut indiquer une nouvelle dégradation du réseau.

Référence

[1] Manuel du CCITT, *Qualité de service, maintenance et gestion des réseaux des télécommunications*, UIT, Genève, 1984.

Recommandation E.421

OBSERVATIONS DE LA QUALITÉ DE SERVICE SUR DES BASES STATISTIQUES

1 Définitions

1.1 **observation de la qualité de service**

E: service observation

S: observación de la calidad del servicio

Supervision effectuée pour obtenir une appréciation complète ou partielle de la qualité des communications téléphoniques, à l'exclusion des appels d'essai.

1.2 **observation manuelle**

E: manual observation

S: observación manual

Supervision des communications téléphoniques par un observateur sans utilisation d'équipement automatique d'enregistrement des données.

1.3 **observation automatique**

E: automatic observation

S: observación automática

Supervision des communications téléphoniques sans intervention d'un observateur.

1.4 **observation semi-automatique**

E: semi-automatic observation

S: observación semiautomática

Supervision des communications téléphoniques à l'aide d'un équipement qui enregistre automatiquement une partie des données. Par exemple, l'équipement dans lequel des informations telles que le central observé, le numéro demandé, les impulsions de comptage et l'heure de la communication sont enregistrées automatiquement sur tout support d'informations exploitable suivant les méthodes de traitement des données. L'observateur se borne à composer un code indiquant la condition observée.

2 Avantages relatifs des observations manuelles, automatiques et semi-automatiques

2.1 Les méthodes ci-dessus mentionnées ne sont pas exclusives; par exemple, les observations automatiques peuvent s'ajouter aux observations faites par un opérateur. Compte tenu du coût élevé des observations manuelles ou semi-automatiques sur des réseaux internationaux en développement rapide, on a estimé, en 1968, que la nécessité de procéder à des observations automatiques se développera. Il n'est pas prévu que les observations automatiques supplanteront entièrement les observations faites par un opérateur dans un avenir prévisible.

Les avantages relatifs de ces trois méthodes peuvent être évalués comme suit:

2.2 *Observations manuelles*

Elles fournissent toutes les données nécessaires pour les tableaux 1/E.422 et 1/E.423.

Les observations peuvent être effectuées avec un minimum d'équipement.

Elles permettent la détection de certaines anomalies qui ne peuvent pas être détectées automatiquement, par exemple: audition très défectueuse (rubrique 5.2 du tableau 1/E.422) ou difficultés dues aux tonalités audibles rencontrées dans le service international (rubrique 6.4 du tableau 1/E.422).

2.3 *Observations semi-automatiques*

Elles fournissent toutes les données nécessaires pour les tableaux 1/E.422 et 1/E.423.

Elles permettent une économie dans le coût du personnel, comparé à l'observation manuelle.

Une plus grande précision que dans l'observation manuelle est possible par l'utilisation d'un enregistrement automatique du numéro composé, de l'heure de l'appel, etc.

Il est possible, pour l'observateur, de prêter plus d'attention aux conditions les plus critiques qui sont décelées pendant l'observation des communications.

Les résultats sont exprimés dans une forme convenant à un traitement mécanographique ultérieur.

Grâce à l'abaissement des frais, il est possible d'obtenir un plus grand échantillonnage pour une même dépense.

L'équipement semi-automatique peut être utilisé pendant certaines heures de la journée pour fonctionner de façon automatique.

2.4 *Observations automatiques*

Coût d'exploitation minimal (personnel réduit).

L'observation continue est possible.

Il est possible d'obtenir un plus grand échantillonnage ou même d'observer tous les appels.

Elimination des erreurs humaines.

Le traitement automatique des données est facilité.

Le secret des conversations est assuré.

Le contrôle de l'heure à laquelle les observations sont faites est facilité.

Certaines différences qui existent entre les observations automatiques internes et les observations automatiques externes sont indiquées ci-après.

2.4.1 Les observations automatiques internes peuvent être faites dans le centre de commutation proprement dit, du côté arrivée ou du côté départ, ou entre ces deux points, selon la conception du centre de commutation:

a) seuls les signaux de ligne, tels que les signaux de prise, de réponse, etc., peuvent être observés et les signaux d'enregistreurs pour autant qu'ils ne passent pas à travers le central au titre de la procédure de signalisation de bout en bout;

b) les signaux reçus ne sont observés que si le central proprement dit fonctionne correctement à cet égard;

c) le principe de l'alinéa b) s'applique également aux signaux de départ. En cas de défaillance, dans le central, il se peut que des signaux n'aient pas été émis correctement et que le central n'en soit pas informé.

On trouvera des informations plus détaillées sur ce type de technique d'observation dans la Recommandation E.425.

2.4.2 Les observations automatiques externes sont exécutées par un équipement de contrôle qui supervise le trafic sur les lignes d'arrivée ou de départ:

- tous les signaux de signalisation peuvent être observés;
- la détection de tonalités, de parole et de données est possible, si on utilise un équipement perfectionné;
- on obtient toutes les données requises pour les tableaux 2/E.422 et 2/E.423;
- d'application très souple, cette méthode peut remplacer les techniques d'observation manuelles ou semi-automatiques.

3 Période des observations

Les résultats de toutes les observations faites au cours d'une journée doivent être inscrits dans le tableau 1/E.422 ou dans le tableau 2/E.422.

Si les observations ne portent pas sur la journée entière, on indiquera la période d'observation sous le titre «heures des observations»; cette période devra inclure les trois heures les plus chargées de la journée.

4 Points d'accès d'observations

4.1 Les observations pour le tableau 1/E.422 ou le tableau 2/E.422 devraient être effectuées à partir de points d'accès situés aussi près que possible du centre international de départ.

On peut envisager les points d'accès suivants:

i) joncteur de départ d'un circuit international (côté central), c'est-à-dire le *point d'accès au circuit international*[1];

ii) joncteur d'arrivée du circuit national;

iii) circuits de connexion du centre international.

Les observations ne se feront que pendant la durée d'établissement des communications et quelques secondes après la réponse du demandé.

Quand un point d'accès au circuit[1] est utilisé pour l'observation des communications internationales, il se peut que la qualité de service du central international ne soit pas vérifiée par les programmes d'observation nationaux ou internationaux.

De préférence et si c'est techniquement possible, les observations destinées au tableau 1/E.422 devront, pour donner les résultats les plus complets, être faites du côté national, aussi près que possible du centre international. Ainsi, elles représenteront mieux le service fourni à l'abonné et permettront d'observer les échecs au centre international de départ. S'il n'est pas possible de faire la distinction entre les échecs dans le centre international et ceux qui se produisent au-delà de ce centre, les observations seront faites sur le côté départ; il en sera de même si cela présente un réel avantage.

Il faut indiquer sur le tableau 1/E.422 ou le tableau 2/E.422 le point d'accès où les observations ont été faites; en effet, les résultats d'observation obtenus à l'un des trois points d'accès mentionnés plus haut ne sont pas comparables avec ceux obtenus aux deux autres points.

4.2 Les observations pour le tableau 1/E.423 doivent être effectuées à partir des points d'accès sur les positions d'opératrices.

5 Nombre d'observations

5.1 Des programmes d'observations de la qualité de service devraient être établis de manière à fournir des résultats statistiques aussi fiables que possible, en tenant compte, toutefois, du prix élevé correspondant à un grand échantillonnage.

5.2 Selon les études faites par le CCITT au cours de la période 1964-1968, les grandeurs indiquées ci-dessous sont considérées comme *minimales* si l'on veut avoir une indication générale de la qualité du service.

5.2.1 *Tableau 1/E.422*

Le nombre minimal d'observations par le faisceau de circuits de départ à effectuer pour le tableau 1/E.422 devrait être de 200 par mois lorsque le faisceau comporte plus de 20 circuits, 200 par trimestre lorsque le faisceau comporte entre 10 et 20 circuits et 200 par an si le faisceau comporte moins de 10 circuits.

5.2.2 *Tableau 1/E.423*

Le nombre minimal d'observations pour le tableau 1/E.423 devrait être de 200 par trimestre pour un faisceau composé de plus de 20 circuits, 200 par semestre pour un faisceau comprenant de 10 à 20 circuits, et 200 par an pour un faisceau composé de moins de 10 circuits.

---

[1] Voir, pour la définition des points d'accès, la Recommandation M.700. Voir aussi la Recommandation M.110.

5.2.3 *Trafic de transit*

Si un faisceau de circuits de départ achemine également du trafic de transit, il y a intérêt à obtenir des données pour chaque pays de destination pouvant être atteint par ce faisceau de circuits. En principe, les observations nécessaires pour chaque destination devraient être recueillies comme il est indiqué ci-dessus. A cette fin, on utilisera pour chaque pays de destination le nombre d'erlangs qui lui correspond et on en déduira un nombre théorique de circuits.

Toutefois, s'il n'est acheminé qu'un très faible volume de trafic (inférieur à cinq erlangs, par exemple), chaque Administration préférera peut-être soit réduire le nombre des observations, soit (par exemple, dans les cas où il n'y a pas de réclamation) ne pas faire d'observations du tout et s'en tenir aux données obtenues par le centre de transit.

5.3 Le nombre d'observations spécifié ci-dessus fournira une indication générale sur les résultats correspondant à certaines grandes catégories de qualité de service. Les Administrations peuvent souhaiter une plus grande fiabilité des résultats, notamment pour certaines catégories particulières du tableau 1/E.422.

On se reportera utilement au tableau 1/E.421 qui indique le nombre d'observations requis pour obtenir un certain degré de fiabilité.

TABLEAU 1/E.421

Pourcentage du taux de dérangement auquel il y a lieu de s'attendre	Nombre nécessaire d'observations d'un échantillon aléatoire pour prévoir avec un degré de confiance de 95% le pourcentage réel des dérangements avec une précision de:					
	± 25%	± 30%	± 35%	± 40%	± 45%	± 50%
2	3136	2178	1600	1225	1030	880
4	1536	1067	784	600	500	440
6	1003	696	512	392	330	290
8	736	511	376	288	245	215
10	576	400	294	225	195	170
12	469	326	239	183	150	132
14	393	273	201	154	128	112
16	336	233	171	131	112	98
18	292	202	149	114	95	80
20	256	178	131	100	85	70
30	149	104	76	60	50	42
40	96	67	50	38	30	24
50	64	44	33	25	20	16

Annexe au tableau 1/E.421

Exemples d'utilisation du tableau 1/E.421

Exemple 1 – On estime, d'après des résultats antérieurs, qu'un type donné de dérangement se produit sur environ 4% des appels. Si l'on désire avoir confirmation, avec un degré de confiance de 95%, que le taux de dérangement réel est bien compris entre 3% et 5% (c'est-à-dire égal à 4% à ± 25% près), on doit faire des observations portant sur un échantillon de 1536 appels pris au hasard.

Exemple 2 – Pour un taux de dérangement estimé à 2%, on doit faire des observations sur un échantillon d'environ 1200 appels (1225 dans le tableau) pris au hasard afin de pouvoir affirmer, avec un degré de confiance de 95%, que le pourcentage réel est compris entre 1,2% et 2,8% (c'est-à-dire égal à 2% à ± 40% près). Cela revient à dire que, si l'on procède à 200 observations au cours d'une certaine période, il faut prendre la «moyenne cumulative» de ces conditions au cours de six de ces périodes. Le taux de dérangement auquel il y a lieu de s'attendre pour un certain nombre de catégories qui présentent de l'importance du point de vue de la maintenance est d'environ 2%.

Exemple 3 – Les observations terminées et le taux de dérangement de l'échantillon calculé, on peut se servir du tableau dans le sens inverse, afin d'avoir une indication sur l'ordre de grandeur de la précision du résultat.

Supposons, à titre d'exemple, que, sur 1000 observations, on observe 29 dérangements dus à la cause «X» et 15 dérangements dus à la cause «Y». Les taux de dérangement pour l'échantillon considéré sont respectivement de 2,9% et de 1,5% pour les causes X et Y. Le tableau montre que, pour cet échantillon de 1000 appels, la précision du premier de ces taux est d'environ ± 35% et celle du second d'environ ± 50%; on doit donc considérer qu'ils sont respectivement compris entre 1,9% et 3,9% (cause X) et entre 0,8% et 2,3% (cause Y).

6 Echange et analyse des résultats d'observations

6.1 *Echange des résultats d'observations*

La périodicité suivante est proposée pour l'échange des résultats entre Administrations:

tableau 1/E.422 ou tableau 2/E.422: un échange mensuel est désirable;

tableau 1/E.423 ou tableau 2/E.423: un échange trimestriel est désirable.

Cependant, dans le cas des petits faisceaux de circuits (moins de 20 circuits), les informations devraient être échangées après que 200 observations ont été effectuées et en tout cas tous les ans au minimum. Il convient de prêter attention au fait qu'un nombre d'observations inférieur à 200 a peu de valeur.

Les résultats des observations seront transmis sans délai:

- aux Administrations et au centre d'analyse du réseau du pays où les observations sont effectuées;
- aux Administrations et au centre d'analyse du réseau de l'autre pays, y compris les Administrations de transit et leur centre d'analyse du réseau, le cas échéant.

Les avantages que l'on peut tirer des observations du service tendent à diminuer en fonction du temps nécessaire à la transmission des renseignements à ceux qui peuvent prendre des dispositions pour améliorer le service. En conséquence, les résultats des observations relatives aux tableaux 1/E.422 et 1/E.423 devraient être communiqués aux Administrations des pays de destination aussitôt que possible après la fin d'une période d'observation et au plus tard dans les six semaines qui suivent.

6.2 *Analyse des résultats d'observations*

L'analyse des résultats devrait être effectuée dans le pays d'origine ainsi que dans le pays de destination.

Un certain nombre d'Administrations ont estimé qu'il était intéressant de communiquer aux autres Administrations intéressées des statistiques d'observation de la qualité du service en les présentant sous forme de graphiques.

Recommandation E.422

OBSERVATIONS DE LA QUALITÉ DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL DE DÉPART

1 Objectifs en ce qui concerne les tableaux 1/E.422 et 2/E.422

1.1 En service international, les observations du service visent à évaluer la qualité du service fourni à l'abonné demandeur. En conséquence, il est essentiel de procéder à un enregistrement objectif des observations réalisées (appels fructueux ou infructueux) et de les présenter sous forme de tableau (voir le tableau 1/E.422 pour les observations manuelles ou semi-automatiques et le tableau 2/E.422 pour les observations automatiques).

2 Observations manuelles ou semi-automatiques (tableau 1/E.422)

2.1 Le tableau 1/E.422 doit pouvoir être rempli grâce à l'utilisation d'une gamme étendue d'équipements d'observation, du plus simple au plus compliqué.

TABLEAU 1/E.422

Observations de la qualité du service
(Appels téléphoniques internationaux de départ)

Pays de départ . . . . . Point d'accès:

Centre international de départ . . . . . Côté national . . . . . .

Faisceau . . . . . Circuits de connexion . . . . . .

Service | automatique [a] / semi-automatique [a] Côté de départ . . . . . .

Période: du . . . . . au . . . . . Heures des observations . . . . . .

Rubrique	Nombre		Pourcentage	
	Sous-total	Total	Sous-total	Total
1. Appels ayant abouti (voir remarque 1)		...		...
2. Réception de la tonalité de retour d'appel, mais pas de réponse . . .		...		...
3. Appels n'ayant pas abouti: indication *positive* d'encombrement, y compris l'occupation du demandé, provenant d'au-delà du centre international de départ et donnée par un signal visuel, une tonalité ou une annonce enregistrée		...		...
3.1 Occupation de la ligne d'abonné/encombrement indiqués par un signal visuel	...		...	
3.2 Occupation de la ligne d'abonné/encombrement indiqués par une tonalité d'occupation ou d'encombrement	...		...	
3.3 Encombrement indiqué par une annonce enregistrée	...		...	
4. Appels n'ayant pas abouti: autres signaux visuels, tonalités ou annonces enregistrées n'ayant pas été positivement identifiés comme appartenant aux rubriques 3 ou 8		...		...
4.1 Signal visuel reçu	...		...	
4.2 Tonalité reçue	...		...	
4.3 Annonce enregistrée reçue	...		...	
5. Appels n'ayant pas abouti pour d'autres raisons techniques		...		...
5.1 Obtention d'un faux numéro	...		...	
5.2 Raccrochage en raison d'une transmission très défectueuse	...		...	
5.3 Pas de tonalité, pas de réponse (après ... secondes d'attente) . . .	...		...	
5.4 Reception d'un signal de réponse alors que le demandé ne répond pas	...		...	
5.5 Autres échecs d'origine technique	...		...	
6. Appels n'ayant pas abouti à cause d'une manœuvre incorrecte du demandeur		...		...
6.1 Composition d'un faux numéro	...		...	
6.2 Numéro incomplet	...		...	
6.3 Raccrochage prématuré avant réception d'un signal, d'une tonalité ou d'une annonce (en moins de ... secondes)	...		...	
6.4 Raccrochage prématuré après réception de la tonalité de retour d'appel (dans les 30 secondes)	...		...	
6.5 Autres échecs dus à une manœuvre incorrecte	...		...	
7. *Total des appels observés* (rubriques 1 à 6)		...		100

TABLEAU 1/E.422 *(suite)*

Rubrique	Nombre		Pourcentage	
	Sous-total	Total	Sous-total	Total
8. Appels n'ayant pas abouti: indication *positive* d'échec en provenance du centre international de départ		...		
8.1 Encombrement des circuits internationaux de départ	...			
8.2 Toutes autres indications	...			
9. Appels ayant abouti mais comportant des anomalies. Ces appels sont inclus dans la rubrique 1		...		
9.1 Non-réception du signal de réponse pour des appels taxables . .	...			
9.2 Intelligibilité défectueuse, mais pas d'abandon d'appel	...			
9.3 Autres appels défectueux, sans abandon d'appel	...			

[a] Biffer la mention inutile.

Remarque 1 – Un appel ayant abouti est un appel qui parvient au numéro demandé et à la suite duquel une conversation peut être échangée. Tous les appels ayant abouti sont inscrits sous la rubrique 1. Cependant, un appel ayant abouti peut ou non présenter des anomalies observables. Les appels ayant abouti et comportant des anomalies observables seront inscrits sous la rubrique 9.

Remarque 2 – Exception faite des appels inscrits à la fois sous les rubriques 1 et 9, les résultats d'observation d'un appel ne doivent figurer que sous une seule des rubriques indiquées dans le tableau (la plus appropriée dans les rubriques 1 à 6).

Remarque 3 – Il convient que les Administrations échangent périodiquement les informations nécessaires pour interpréter les résultats d'observation inscrits dans les rubriques 4.1, 4.2 et 4.3.

2.2 La nécessité d'une formation spécialisée des observateurs doit être réduite à un minimum.

2.3 Le tableau doit être immédiatement compréhensible; il ne faut pas qu'on soit obligé de recourir à des instructions détaillées pour le remplir.

2.4 Les principales rubriques doivent être choisies de manière à:

- correspondre aux principaux éléments qui influent défavorablement sur la qualité du service;
- permettre un traitement centralisé des résultats des observations.

2.5 Pour permettre la collecte régulière de données en vue de la réalisation d'études des facteurs humains destinés à identifier l'origine des difficultés rencontrées par les usagers dans l'utilisation du service téléphonique international (automatique), la Recommandation E.427 contient un deuxième tableau en plus du tableau 1/E.422.

3 Commentaires concernant l'emploi du tableau 1/E.422

3.1 Le tableau 1/E.422 récapitule les observations relatives au trafic de départ en service automatique et semi-automatique entre pays de départ et pays de destination. Une formule distincte sera utilisée pour chaque pays de destination et, s'il y a lieu, pour chaque faisceau auquel, dans le(s) centre(s) international(aux) de départ, le trafic a accès vers le pays de destination. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des observations relatives à la fois au service automatique et au service semi-automatique. Les Administrations peuvent choisir le service à observer, à condition que celui-ci constitue la majeure partie du trafic vers le pays de destination.

3.2 Pour la définition du point d'accès, se reporter au § 4.1 de la Recommandation E.421.

3.3 Le résultat de chaque tentative d'établissement d'une communication ne sera indiqué que sous une seule rubrique, celle qui conviendra le mieux. Si plusieurs causes d'échec apparaissent pour une même tentative, on choisira la rubrique la plus significative.

3.4 Pour remplir le tableau 1/E.422, on se référera aux explications ci-après.

4 Comment remplir le tableau 1/E.422

Rubrique 1 – Pour assurer un enregistrement objectif et éviter la production d'échantillons faussés par l'exclusion d'appels nécessitant une évaluation subjective, un appel ayant abouti est défini comme un appel qui parvient au numéro demandé et permet l'engagement d'une conversation. Tous les appels qui ne sont pas abandonnés sont classés dans la rubrique 1; parmi eux, ceux qui sont subjectivement considérés comme défectueux sont également inscrits dans la rubrique 9. L'observateur doit donc inscrire *deux fois* les appels qui, tout en ayant abouti, présenteraient des défauts notables.

Sous la rubrique 1, on indiquera les appels ayant abouti correctement. Parmi ces appels doivent figurer ceux qui ont fait l'objet d'une réponse et pour lesquels un signal de raccrochage est reçu après échange de quelques paroles, sans que la raison de l'abandon soit connue. Si l'on a pu constater que le demandeur a composé un faux numéro, cette communication sera indiquée dans la rubrique 6.1. On mentionnera également sous la rubrique 1 les appels ayant abouti correctement à des positions d'opératrices, à des services d'informations ou à des appareils donnant une réponse à la place de l'abonné, ou à leurs équivalents.

Rubrique 2 – Sous cette rubrique, on indiquera les appels pour lesquels la tonalité de retour d'appel a été entendue, mais auxquels le demandé n'a pas répondu avant l'abandon de l'appel par le demandeur, ce dernier ayant attendu 30 secondes au moins après le début de la tonalité de retour d'appel avant de raccrocher. (Voir la rubrique 6.4 pour les appels abandonnés *moins* de 30 secondes après le début de la tonalité de retour d'appel.)

Rubrique 3 – Inscrire dans cette rubrique tous les appels qui n'ont pas abouti et qui ont donné lieu à une indication *positive* d'occupation de la ligne du demandé ou d'encombrement au-delà du centre international de départ (signal visuel, tonalité ou annonce enregistrée). Il convient également d'inscrire dans cette rubrique les conditions d'encombrement rencontrées par les équipements de commande centralisée (par exemple, absence de signal d'invitation à transmettre). En cas d'*absence* d'indication positive de cet ordre, inscrire l'appel dans la rubrique 4.

Les rubriques 3.1, 3.2 et 3.3 correspondent à des indications déterminées.

Quand on reçoit plus d'une indication (par exemple, signal visuel et tonalité) on ne doit faire qu'une seule inscription. Dans ce cas, l'ordre préférentiel d'inscription à adopter est: tonalité, annonce enregistrée, signal visuel.

Rubrique 4 – Inscrire dans cette rubrique toutes autres indications relatives à des appels infructueux (signal visuel, tonalité ou annonce enregistrée) qui n'ont pu être identifiées avec certitude et inscrites dans les rubriques 3 ou 8.

Les rubriques 4.1, 4.2 et 4.3 correspondent à des indications déterminées.

Quand on reçoit plus d'une indication (par exemple, signal visuel et tonalité) on ne doit faire qu'une seule inscription. Dans ce cas, l'ordre préférentiel d'inscription à adopter est: tonalité, annonce enregistrée, signal visuel.

Rubrique 5 – Sous cette rubrique, on indiquera les appels qui n'ont pas abouti pour des raisons techniques non prévues sous les rubriques 3, 4 et 8. La rubrique 5 se subdivise comme suit:

Rubrique 5.1 – Appels donnant lieu à l'obtention d'un faux numéro, bien que le demandeur ait composé correctement le numéro.

Rubrique 5.2 – Appels pour lesquels le demandeur relâche la communication à cause d'une audition très défectueuse, le signal de réponse ayant cependant été reçu (pour les cas de transmission défectueuse sans abandon de l'appel, voir la rubrique 9.2). Dans certains pays, les observateurs peuvent être tenus de cesser l'écoute dès que la conversation s'est engagée, ce qui réduit le nombre des communications classées sous cette rubrique.

Rubrique 5.3 – Appels pour lesquels les signaux de numérotation ont été envoyés correctement et complètement, mais pour lesquels le demandeur n'a reçu aucun signal, tonalité ni annonce avant d'abandonner l'appel et a respecté la période d'attente minimale avant de raccrocher.

Le délai à choisir pour cette rubrique doit être indiqué par l'Administration du pays de départ, d'après son expérience en la matière. La valeur prescrite peut différer selon la destination internationale. Il est toutefois recommandé que le nombre des délais différents ainsi spécifiés soit limité à trois (par exemple, 10, 20 ou 30 secondes, ou toute autre valeur jugée convenable par l'Administration intéressée).

Rubrique 5.4 – Appels pour lesquels un signal de réponse a été reçu sans que l'abonné demandé ait répondu.

Rubrique 5.5 – Echecs dus à des raisons techniques ne pouvant être inscrites dans les rubriques 5.1 à 5.4. Ces cas devraient être très rares; cette rubrique n'est prévue qu'à toutes fins utiles. Tous les renseignements possibles sur ces échecs doivent être fournis en annexe au résumé du tableau. Cette catégorie comprend les appels abandonnés par suite de la réception d'un signal de raccrochage lors de l'établissement de la communication avec le poste supplémentaire (commutateur privé).

Rubrique 6 – Sous cette rubrique, on indiquera les appels qui n'ont pas abouti par suite d'une manœuvre incorrecte du demandeur (abonné ou opératrice). La rubrique 6 se subdivise comme suit:

Rubrique 6.1 – Appels pour lesquels on a pu établir que le numéro effectivement composé n'était pas celui qu'il aurait fallu composer.

Rubrique 6.2 – Appels pour lesquels on a pu établir que le numéro composé ne comportait pas un nombre suffisant de chiffres.

Rubrique 6.3 – Appels pour lesquels les signaux de numérotation ont été envoyés correctement et complètement, mais que le demandeur a abandonnés sans recevoir aucun signal, tonalité ni annonce et sans attendre l'expiration de la période prescrite.

Le délai à choisir pour cette rubrique doit être indiqué par l'Administration du pays de départ, d'après son expérience en la matière. La valeur prescrite peut différer selon la destination internationale. Il est toutefois recommandé que le nombre des délais différents ainsi spécifiés soit limité à trois (par exemple 10, 20 ou 30 secondes, ou toute autre valeur jugée convenable par l'Administration intéressée).

La valeur de délai d'attente adoptée pour la rubrique 6 doit être la même que la valeur adoptée pour la rubrique 5.

Rubrique 6.4 – Appels qui ont fait l'objet d'un raccrochage prématuré après réception de la tonalité de retour d'appel, et pour lesquels le demandeur a raccroché moins de 30 secondes après le début de cette tonalité. (Voir la rubrique 2 pour les appels abandonnés *plus* de 30 secondes après le début de la tonalité de retour d'appel.)

Rubrique 6.5 – Appels qui n'ont pas abouti à cause d'une manœuvre incorrecte du demandeur, et qui ne peuvent pas être classés dans les rubriques 6.1 à 6.4. Tous les renseignements qu'on pourra réunir au sujet de ces échecs devront être fournis en annexe au résumé du tableau. Comme les appels classés dans la rubrique 5.5, les appels inscrits dans la présente rubrique devraient être très rares.

Rubrique 7 – On indiquera sous cette rubrique le nombre d'appels observés (rubriques 1 à 6).

Rubrique 8 – Cette rubrique sera utile aux Administrations qui font leurs observations sur le côté national du centre international de départ (voir le § 4.1 de la Recommandation E.421). On inscrira ici les indications positives d'échec (encombrement ou autres). Elles ne doivent pas être inscrites dans les rubriques 1 à 6, qui donnent le détail des communications surveillées inscrites dans la rubrique 7.

L'étude de cette rubrique et des rubriques 3 et 4 donne une meilleure image de la qualité du service assuré au demandeur.

Rubrique 9 – On inscrira dans cette rubrique les appels qui ont abouti (notés dans la rubrique 1), qui se sont heurtés à des défaillances, mais qui n'ont pas été abandonnés. Ces appels sont donc automatiquement inclus dans le total de la rubrique 7.

Rubrique 9.1 – Inscrire ici les appels taxables pour lesquels il n'a pas été reçu de signal de réponse. Au cas où ces appels seraient abandonnés, les inscrire dans la rubrique 5.5.

Rubrique 9.2 – Inscrire ici les appels pour lesquels on a observé une médiocre transmission de la parole sans qu'ils aient été abandonnés (voir la rubrique 5.2 en cas d'abandon de ces appels). On donnera au sujet de ces appels tous les renseignements possibles en annexe au résumé du tableau. A noter que, dans certains pays, il peut être exigé des observateurs qu'ils cessent l'écoute dès que la conversation est établie, ce qui diminue le nombre d'appels inscrits dans cette catégorie.

Rubrique 9.3 – Inscrire ici les appels se heurtant à des difficultés de commutation, de signalisation ou de transmission, mais qui n'ont pas été abandonnés et ne peuvent figurer dans les rubriques 9.1 ou 9.2.

5 **Observations automatiques** (tableau 2/E.422)

Le tableau recommandé pour le système de signalisation n° 5 du CCITT est présenté ci-dessous, compte tenu de la limitation des possibilités de l'équipement d'observation automatique (par exemple, l'équipement d'observation automatique ne comprend pas les annonces) et de la diversité des signaux utilisés dans les systèmes de signalisation.

TABLEAU 2/E.422

Observations automatiques de la qualité du service
(Appels téléphoniques internationaux de départ)

Pays de départ . . . . . Point d'accès:

Centre international de départ . . . . . Côté national . . . . . .

Faisceau . . . . . Circuits de connexion . . . . . .

Service { automatique [a] / semi-automatique [a] } Côté de départ . . . . . .

Période: du . . . . . au . . . . . Heures des observations . . . . . .

Rubrique	Nombre		Pourcentage	
	Sous-total	Total	Sous-total	Total
1. Appels ayant abouti		...		...
2. Réception de la tonalité de retour d'appel, mais pas de réponse .		...		...
3. Appels n'ayant pas abouti: indication *positive* d'encombrement, y compris l'occupation du demandé, provenant d'au-delà du centre international de départ et donnée par un signal visuel ou une tonalité		...		...
3.1 Occupation de la ligne d'abonné/encombrement indiqués par un signal visuel	...		...	
3.2 Occupation de la ligne d'abonné/encombrement indiqués par une tonalité d'occupation ou d'encombrement	...		...	
4. Appels n'ayant pas abouti: autres tonalités ou annonces enregistrées n'ayant pas été positivement identifiées comme appartenant aux rubriques 3 ou 8		...		...
4.1 Tonalité reçue	...		...	
4.2 Annonce enregistrée reçue	...		...	
5. Appels n'ayant pas abouti pour d'autres raisons techniques		...		...
5.1 Pas de tonalité, pas de réponse (après ..... secondes d'attente)	...		...	
5.2 Réception d'un signal de réponse alors que le demandé ne répond pas	...		...	
5.3 Autres échecs d'origine technique	...		...	
6. Appels n'ayant pas abouti à cause d'une manœuvre incorrecte du demandeur		...		...
6.1 Raccrochage prématuré avant réception d'un signal, d'une tonalité ou d'une annonce (en moins de ..... secondes)	...		...	
6.2 Raccrochage prématuré après réception de la tonalité de retour d'appel (dans les 30 secondes)	...		...	
6.3 Autres échecs dus à une manœuvre incorrecte	...		...	
7. *Total des appels observés* (rubriques 1 à 6)		...		100
8. Appels n'ayant pas abouti: indication *positive* d'échec en provenance du centre international de départ		...		
8.1 Encombrement des circuits internationaux de départ	...			
8.2 Toutes autres indications	...			
9. Appels ayant abouti mais comportant des anomalies. Ces appels sont inclus dans la rubrique 1		...		
9.1 Non-réception du signal de réponse pour des appels taxables	...			
9.2 Autres appels défectueux	...			

[a] Biffer la mention inutile.

6 Commentaires concernant l'emploi du tableau 2/E.422

6.1 Le tableau 2/E.422 récapitule les observations relatives au trafic de départ en service automatique et semi-automatique entre pays de départ et pays de destination. Une formule distincte sera utilisée pour chaque pays de destination et, s'il y a lieu, pour chaque faisceau auquel, dans le ou les centres internationaux de départ, le trafic a accès vers le pays de destination.

6.2 Pour la définition du point d'accès, se reporter au § 4.1 de la Recommandation E.421.

6.3 Le résultat de chaque tentative d'établissement d'une communication ne sera indiqué que sous une seule rubrique, celle qui conviendra le mieux. Si plusieurs causes d'échec apparaissent pour une même tentative, on choisira la rubrique la plus significative.

6.4 Etant donné que la fonction d'analyse des sons de l'équipement d'observation automatique n'est pas liée aux systèmes de signalisation utilisés et que les informations échangées dans d'autres systèmes de signalisation (par exemple, le système de signalisation n° 6) sont plus nombreuses, nous pensons que le tableau proposé devrait s'appliquer, pour le moment, à tous les systèmes de signalisation.

6.5 Pour remplir le tableau 2/E.422, on se référera aux explications ci-après.

7 Comment remplir le tableau 2/E.422

Rubrique 1 – L'appel ayant abouti est défini comme un appel qui permet l'échange d'une conversation entre abonnés ou la transmission de télécopies ou de données. Cette rubrique comprend les appels ayant abouti à des positions d'opératrices, à des services d'information ou à des répondeurs automatiques, ou à des équipements similaires. En d'autres termes, l'appel qui a abouti est un appel pour lequel l'équipement d'observation automatique a détecté des signaux vocaux tant sur la ligne d'émission que sur la ligne de réception, ou bien une tonalité de transmission de télécopies ou de données, ou encore des signaux vocaux sur la ligne de réception après réception d'un signal de réponse.

Rubrique 2 – Cette rubrique comprend les appels pour lesquels l'équipement d'observation automatique a détecté une tonalité de retour d'appel sans qu'il y ait de signal de réponse et pour lesquels le signal de fin a été transmis 30 secondes après détection de la tonalité de retour d'appel.

Rubrique 3 – Inscrire dans cette rubrique tous les appels qui n'ont pas abouti et qui ont donné lieu à une indication *positive* d'occupation de la ligne du demandé ou d'encombrement au-delà du centre international de départ, indication donnée soit par un signal visuel (signal d'occupation) soit par une tonalité (y compris l'absence de signal d'invitation à transmettre).

Rubrique 4 – Inscrire dans cette rubrique les appels qui n'ont pas abouti et pour lesquels l'équipement d'observation automatique a détecté une tonalité mais sans pouvoir la classer, ou pour lesquels l'équipement a détecté une annonce (signaux vocaux sur la ligne de réception sans signal de réponse).

Rubrique 5 – Inscrire dans cette rubrique les appels qui n'ont pas abouti pour des raisons techniques non prévues dans les rubriques 3, 4 et 8. La rubrique 5 se subdivise comme suit:

Rubrique 5.1 – Appels pour lesquels les signaux de numérotation ont été envoyés complètement, mais pour lesquels l'équipement d'observation automatique n'a pas reçu de signal, de tonalité ou d'annonce, et a reçu un signal de fin après un délai spécifié. Le délai à choisir pour cette rubrique doit être indiqué par l'Administration du pays de départ, d'après son expérience en la matière. La valeur prescrite peut différer selon la destination internationale. Il est toutefois recommandé que le nombre des délais différents ainsi spécifiés soit limité à trois (par exemple, 10, 20 ou 30 secondes, ou toute autre valeur jugée convenable par l'Administration intéressée).

Rubrique 5.2 – Appels pour lesquels un signal de réponse a été reçu, sans que l'abonné demandé ait répondu. En d'autres termes, il s'agit d'appels pour lesquels l'équipement d'observation automatique a reçu un signal de réponse, sans détecter de signaux vocaux sur la ligne de réception.

Rubrique 5.3 – Appels qui n'ont pas abouti pour des raisons techniques non prévues dans les rubriques 5.1 et 5.2 (par exemple, appels pour lesquels il y a eu un signal d'occupation après réception de la tonalité de retour d'appel).

Rubrique 6 – Inscrire dans cette rubrique tous les appels qui n'ont pas abouti par suite d'une manœuvre incorrecte du demandeur (abonné ou opératrice). Cette rubrique se subdivise comme suit:

Rubrique 6.1 – Appels pour lesquels les signaux de numérotation ont été envoyés complètement mais pour lesquels l'équipement d'observation automatique n'a pas reçu de signal, de tonalité ou d'annonce, et a reçu un signal de fin dans un délai spécifié (pour ce délai, voir la rubrique 5.1 ci-dessus).

Rubrique 6.2 – Appels prématurément abandonnés après réception de la tonalité de retour d'appel et pour lesquels un signal de fin a été reçu moins de 30 secondes après détection de la tonalité de retour d'appel.

Rubrique 6.3 – Appels qui n'ont pas abouti par suite d'une manœuvre incorrecte du demandeur et qui ne peuvent être classés dans les rubriques 6.1 et 6.2 (par exemple, appels pour lesquels l'équipement d'observation automatique a reçu un signal de réponse après réception de la tonalité de retour d'appel et pour lesquels la tonalité de retour d'appel a cessé, sans que l'équipement détecte des signaux vocaux tant sur la ligne d'émission que sur la ligne de réception).

Rubrique 7 – Inscrire dans cette rubrique le nombre d'appels observés (rubriques 1 à 6).

Rubrique 8 – La rubrique 8 sera utile aux Administrations qui procèdent à des observations sur le côté national du centre international de départ. On inscrira ici les indications positives d'échec (encombrement ou autres).

Rubrique 9 – On inscrira dans cette rubrique les appels qui ont abouti (notés dans la rubrique 1) et qui se sont heurtés à des défaillances. Cette rubrique se subdivise comme suit:

Rubrique 9.1 – Appels pour lesquels aucun signal de réponse n'a été reçu mais pour lesquels la conversation a été établie.

Rubrique 9.2 – Appels s'étant heurtés à des défaillances de commutation ou de signalisation mais pour lesquels la conversation a été établie.

Recommandation E.423

OBSERVATIONS DU TRAFIC ÉTABLI PAR LES OPÉRATRICES

1 Commentaires concernant l'emploi du tableau 1/E.423

1.1 Ce tableau récapitule les observations relatives au trafic de départ en service manuel et semi-automatique écoulé par les opératrices. Ces observations se feront si possible pendant toute la durée des communications. Les observations des rubriques 1 à 7 peuvent être omises en cas de service semi-automatique si aucun problème ne se pose en ce qui concerne l'efficacité des circuits internationaux.

1.2 Les Administrations distingueront si possible les différents genres de communications, par exemple, les communications de poste à poste, les communications personnelles, les communications payables à l'arrivée; elles utiliseront pour chacune d'elles une colonne distincte sous le titre: «Genre de communications».

1.3 Dans le cas des communications payables à l'arrivée, on notera les temps observés dans le pays où la demande de communication a été faite.

1.4 Il est recommandé de répartir ces observations sur la journée.

1.5 Chaque Administration de départ décidera des faisceaux de circuits internationaux qu'elle juge utile d'observer.

1.6 Pour remplir ce tableau, on se référera aux explications ci-après:

2 Explications pour remplir les rubriques du tableau 1/E.423 (Observation du trafic établi par les opératrices)

Rubrique 1 – On indiquera sous cette rubrique la durée moyenne de toutes les conversations observées qui ont abouti et ont été taxées (communication «effective»).

Rubrique 2 – Sous cette rubrique, on fera figurer la valeur moyenne de toutes les durées *taxables* des communications effectives observées.

Rubrique 3 – Cette rubrique fera apparaître, pour chaque genre de conversation observée, le temps moyen d'utilisation du circuit international par communication effective pour les manœuvres et la préparation des communications.

Cette moyenne sera fondée sur les temps d'utilisation du circuit international pour:

a) obtenir le renseignement concernant le numéro appelé;
b) obtenir les renseignements sur l'acheminement et sur les indicatifs interurbains;
c) appeler les opératrices du centre international d'arrivée;
d) donner et recevoir des renseignements sur les conditions d'établissement de la communication;
e) obtenir (ou tenter d'obtenir) le numéro demandé, même s'il y a occupation ou non-réponse;
f) obtenir (ou tenter d'obtenir) la personne demandée (pour les communications personnelles);
g) attendre la libération du circuit après le raccrochage du demandé;
h) tenir compte du fait que l'opératrice maintient le circuit (qu'elle soit en ligne ou non) et pour toute autre cause d'occupation du circuit.

TABLEAU 1/E.423

Observation du trafic établi par les opératrices

Centre international de départ: .....

Faisceau: .....

Service { semi-automatique [a] / manuel [a] }

Période du ..... au .....

Rubrique	Genre de communication [b]			
	Ordinaire	Préavis ou personnelle		
1. Durée moyenne des conversations – en secondes				
2. Durée moyenne taxable – en secondes				
3. Durée moyenne d'occupation des circuits pour manœuvres et préparation des communications – en secondes				
4. Nombre de conversations effectives observées				
5. Nombre moyen de prises du circuit international par conversation effective				
6. Nombre moyen de «tentatives» par conversation effective				
7. Pourcentage de conversations établies à la première «tentative»				

8. Délai de réponse des opératrices	Ensemble des appels (avec et sans réponse)		Appels ayant reçu une réponse						Appels n'ayant pas reçu de réponse (appels abandonnés)			
	Nombre	Délai moyen d'attente d'une réponse en secondes	en moins de 15 secondes		de 15 à 30 secondes		après 30 secondes		avant 30 secondes		après 30 secondes	
Opératrices:			Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
— d'arrivée (code 11)												
— de trafic différé (code 12)												
— d'assistance												
— de renseignements												

9. Qualité de l'audition du point de vue des abonnés:	Nombre	%	10. Commentaires
— bonne			
— défectueuse			
Total		100	

[a] Biffer ce qui ne convient pas.

[b] Selon le sens donné au § 1.2.

Les durées énumérées ci-dessus, qui excluent les temps de conversation, seront additionnées. La somme obtenue sera divisée par le nombre de communications effectives observées pendant la période considérée pour obtenir la valeur à inscrire dans le tableau 1/E.423.

Rubrique 4 – Nombre de conversations observées faisant l'objet de la rubrique 1.

Rubrique 5 – Nombre moyen de prises du circuit international par conversation effective (voir la rubrique 3). Ce nombre de prises est généralement déterminé au moyen de compteurs.

Rubrique 6 – Nombre moyen de *tentatives* (dans le sens particulier défini ci-après en considération du mode opératoire) pour établir une communication. Si l'opératrice effectue sans interruption, à la suite l'un de l'autre, plusieurs essais pour établir une communication, l'ensemble de ces opérations devra être considéré comme une tentative. De même si l'opératrice fait plusieurs essais mais obtient à chaque fois une indication d'encombrement ou d'occupation et si, après le dernier essai, elle informe le demandeur, une seule tentative doit être comptée. Les appels vers les services de renseignements, ainsi que les appels destinés à obtenir des indications sur l'acheminement, et tous les appels non directement relatifs à l'établissement d'une communication ou à l'information du demandeur, ne doivent pas être considérés comme tentatives, et ne doivent donc pas être inclus.

Le nombre total de tentatives pour la période d'observation doit être divisé par le nombre de conversations effectives observées pendant la même période en vue d'obtenir le nombre moyen de tentatives par conversation.

Le nombre total de tentatives est en général relevé d'après les annotations portées sur les tickets d'appel.

Rubrique 7 – Pour remplir cette rubrique, on se fondera sur les indications des tickets des communications établies dans la relation considérée pendant la période d'observation ou pendant une autre période similaire.

Rubrique 8 – Le délai moyen d'attente par les opératrices de départ pour recevoir une réponse sera indiqué en secondes. Pour établir cette moyenne, on tiendra compte à la fois des appels auxquels il a été répondu et de ceux n'ayant pas reçu de réponse.

Une opératrice de départ attend sur le circuit (délai d'attente d'une réponse) pendant les intervalles suivants:

a) jusqu'à ce que l'opératrice d'arrivée réponde, ou

b) jusqu'à ce qu'elle abandonne l'appel si l'opératrice d'arrivée ne répond pas.

Ainsi, bien que le délai d'attente d'une réponse se rapporte à proprement parler à l'opératrice de départ, il constitue également une mesure de la qualité de service des opératrices d'arrivée.

Rubrique 9 – Il sera difficile d'obtenir de tous les observateurs des indications parfaitement comparables sous cette rubrique. Toutefois, l'observateur considérera la qualité de l'audition du point de vue des abonnés et tiendra compte des remarques émises à ce sujet par les correspondants et du nombre de répétitions demandées.

Rubrique 10 – Sous cette rubrique on fera tout commentaire susceptible de donner des indications sur la cause probable des difficultés souvent constatées lors des observations.

3 **Observations automatiques du délai de réponse des opératrices** (Commentaires concernant l'emploi du tableau 2/E.423)

3.1 Ce tableau récapitule les observations relatives au délai de réponse des opératrices.

3.2 Les Administrations doivent établir une distinction entre les divers types d'opératrices d'arrivée si ces types sont différenciés par les chiffres de sélection.

3.3 Il est recommandé que ces observations soient étalées sur l'ensemble de la journée.

3.4 Chaque Administration de départ choisira le faisceau de circuits international sur lequel les observations doivent être effectuées.

3.5 Le délai de réponse de l'opératrice d'assistance ne peut être mesuré automatiquement.

3.6 Pour remplir ce tableau, on se référera aux explications du § 4.

4 **Comment remplir le tableau 2/E.423** (Observations automatiques du délai de réponse des opératrices)

La durée d'attente moyenne pour la réception d'une réponse par les opératrices de départ sera indiquée en secondes. Cette moyenne tiendra compte aussi bien des appels avec réponse que des appels sans réponse.

La durée d'attente moyenne se définit comme l'intervalle de temps entre l'instant où le circuit de départ est pris (où le signal de prise est envoyé) et:

a) l'instant où l'opératrice d'arrivée répond, ou

b) l'instant où l'opératrice de départ abandonne la tentative (où un signal de fin est envoyé).

TABLEAU 2/E.423

Observations automatiques du délai de réponse des opératrices

Centre international de départ . . . . . .

Faisceau de circuits . . . . . .

Service: semi-automatique

Période du . . . . . au . . . . . .

Délai de réponse des opératrices Opératrices:	Nombre total d'appels avec et sans réponse		Appels avec réponse						Appels sans réponse (appels abandonnés)			
	Nombre	Durée d'attente moyenne en secondes	en moins de 15 secondes		de 15 à 30 secondes		après 30 secondes		dans un délai de 30 secondes		après 30 secondes	
			Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
– d'arrivée												
– de traffic différé												
– de renseignements												

Recommandation E.424

APPELS D'ESSAI

1 Considérations générales

Les appels d'essai effectués manuellement ou automatiquement pour juger du fonctionnement du circuit international ou de la liaison internationale relèvent de quatre types différents:

a) *Appel d'essai du type 1*

Appel d'essai effectué entre deux centres internationaux reliés directement pour s'assurer du fonctionnement correct de la transmission et de la signalisation sur les circuits internationaux d'un faisceau donné.

b) *Appel d'essai du type 2*

Appel d'essai effectué entre deux centres internationaux non directement reliés pour contrôler les organes de transit opérationnels d'un centre international intermédiaire.

c) *Appel d'essai du type 3*

Appel d'essai entre un centre international et un numéro du type d'abonné du réseau national du pays éloigné, généralement à la suite d'un certain type de défaut.

d) *Appel d'essai du type abonné à abonné*[1)]

Appel d'essai entre un équipement d'essai ayant les caractéristiques d'un raccordement moyen d'abonné d'un réseau national et un équipement similaire du réseau national d'un pays éloigné.

Aucun appel d'essai des types mentionnés ci-dessus ne doit gêner le trafic des abonnés. Mais si l'on doit effectuer certains appels d'essai impliquant une surcharge importante sur une partie du réseau, il faut en informer au préalable la ou les Administrations intéressées. Les appels d'essai des types 1 et 2 effectués aux fins de la maintenance préventive devraient être faits pendant les périodes de faible trafic. Les appels d'essai des types 1 et 2 effectués pour la recherche et la relève des dérangements doivent être faits dès que possible.

On ne doit faire des appels d'essai du type 3 qu'après avoir effectué un nombre suffisant d'appels d'essai du type 1 ou 2 et qu'après que l'Administration éloignée a procédé aux vérifications nécessaires de son réseau national. Les appels d'essai du type 3 doivent être effectués pendant les périodes de faible trafic.

Afin de déceler les dérangements sur les installations de dernier choix, les équipements de multiplication de circuits ou les équipements de multiplexage de circuits, il peut se révéler nécessaire que les essais soient effectués à un moment où la charge de trafic approche de la pleine capacité de la voie d'acheminement soumise aux essais. L'accord du centre d'analyse du réseau distant sera nécessaire pour effectuer de tels essais.

Les appels d'essai du type abonné à abonné peuvent se faire par accord entre les centres d'analyse du réseau des pays intéressés.

Normalement, à moins qu'un accord ait été conclu entre les Administrations intéressées, les appels d'essai du type abonné à abonné doivent être envisagés pour la localisation des dérangements après vérification:

1) qu'il n'existe aucun dérangement évident dans les centres de commutation internationaux participant à la communication et pouvant être à l'origine de la qualité de service défectueuse ou après enquête sur la réclamation de l'abonné;

2) que des appels d'essai du type 1 ou 2 ont été faits sur les circuits internationaux qui ont pu être à l'origine du dérangement;

3) qu'il n'existe aucun dérangement évident dans le réseau national entre le central de départ et le centre international du pays d'origine;

4) qu'il n'existe aucun dérangement évident dans le réseau national du pays éloigné, entre le centre international et le central demandé.

Lorsqu'on effectue des appels d'essai entre un centre international et un numéro d'abonné pour vérifier qu'il n'existe aucun dérangement évident dans le réseau national, il faut acheminer ces appels par l'intermédiaire du centre international sur la même voie qu'une communication internationale d'arrivée normale. En utilisant des dispositifs d'accès d'essai dans le centre international, on risque d'acheminer les appels par un trajet différent, ce qui masquerait un dérangement éventuel.

En cas d'appels d'essai du type abonné à abonné, les centres d'analyse du réseau des deux pays intéressés doivent prendre en considération un certain nombre de facteurs, tels que:

i) la nature probable du dérangement;

ii) les accords de comptabilité internationale;

iii) la nécessité de faire les appels d'essai pendant l'heure chargée;

iv) le risque d'occasionner ou d'aggraver l'encombrement, au moment où les essais sont faits.

Les équipements utilisés pour la réponse dans les appels du type abonné à abonné pourraient être les mêmes que ceux utilisés pour la maintenance des réseaux nationaux.

[1)] La Recommandation M.1235 décrit plus en détail l'utilisation des appels d'essai du type automatique à abonné.

2 **Résultats des appels d'essai** (voir le tableau 1/E.424)

TABLEAU 1/E.424

Résultats des appels d'essai

Centre international de départ: . . . . . .

Faisceau: . . . . . .

Service { semi-automatique [a] / automatique [a] }

Période du . . . . . au . . . . . .

Type d'appel d'essai
Type 1 [a]
Type 2 [a]
Type 3 [a]
Abonné à abonné [a]

Rubrique	Nombre		Pourcentage	
	Sous-total	Total	Sous-total	Total
1. Essais satisfaisants		...		...
2. Dérangements de signalisation et de taxation		...		...
2.1 Faux numéro	...		...	
2.2 Pas de tonalité, pas de réponse	...		...	
2.3 Absence d'un signal de ligne en arrière	...		...	
2.4 Autres dérangements	...		...	
3. Dérangements de transmission		...		...
3.1 Conversation impossible	...		...	
3.2 Communication trop ou trop peu amplifiée	...		...	
3.3 Bruit	...		...	
3.4 Evanouissement	...		...	
3.5 Diaphonie	...		...	
4. Encombrements		...		...
5. Autres dérangements	...	...	...	...
	...		...	
Essais effectuées		...		100
Façon d'effectuer les essais (appareillages utilisés, destination des appels d'essai, etc.)				

[a] Biffer ce qui ne convient pas.

OBSERVATIONS AUTOMATIQUES INTERNES[1]

1 Définitions

1.1 informations indispensables (des observations automatiques internes)

Le taux de prises avec réponse (TPR) (voir le § 1.3) ou le taux de tentatives de prises avec réponse (TTPR) (voir le § 1.4), selon le cas, exprimé en termes de tentatives, de tentatives ayant abouti et de pourcentage de tentatives ayant abouti.

1.2 informations supplémentaires (des observations automatiques internes)

Informations sur les dérangements de signalisation, le comportement de l'abonné et le réseau.

1.3 taux de prises avec réponse (TPR)

Ce taux est le rapport du nombre de prises aboutissant à un signal de réponse au nombre total de prises. Il s'agit d'une mesure directe de l'efficacité du service offert et ce taux est généralement exprimé en pourcentage de la manière suivante:

$$\text{TPR} = \frac{\text{Nombre de prises aboutissant à un signal de réponse}}{\text{Nombre total de prises}} \times 100$$

La mesure du paramètre TPR peut se faire sur la base d'une voie d'acheminement ou d'un code indicatif de destination.

1.4 taux de tentatives de prises avec réponse (TTPR)

Ce taux est le rapport entre le nombre de tentatives de prises aboutissant à un signal de réponse et le nombre total de tentatives de prises.

$$\text{TTPR} = \frac{\text{Nombre de tentatives de prises aboutissant à un signal de réponse}}{\text{Nombre total de tentatives de prises}} \times 100$$

Ce taux est exprimé en pourcentage; il s'agit d'une mesure directe de l'efficacité du trafic à partir du point de mesure. Il est semblable au TPR sauf qu'il comprend des tentatives de prises qui n'aboutissent pas à une prise.

2 Avantages des observations automatiques internes

L'avantage du contrôle interne réside dans le volume important des enregistrements qui peuvent être recueillis. Grâce au volume important de données recueillies par un système d'observation interne, il est possible de faire une évaluation journalière de la qualité de fonctionnement du réseau. L'analyse quotidienne de ces informations s'est révélée très utile pour déceler les dérangements et permet, avec une bonne maintenance, d'offrir la meilleure qualité de service possible[2]. Par contre, cette méthode ne permet pas de détecter les tonalités ou la parole et, de ce fait, ne donne pas une représentation complète de toutes les conditions de l'appel.

Pour surmonter cet inconvénient, il est conseillé aux Administrations d'utiliser également la Recommandation E.422 de manière à compléter les données fournies par les observations automatiques internes.

---

[1] La présente Recommandation s'applique également lorsqu'on utilise un équipement de contrôle externe pour surveiller une voie d'acheminement en permanence, c'est-à-dire la totalité ou un nombre important (significatif en termes de statistiques) de communications. Voir le § 2.4 de la Recommandation E.421.

[2] L'emploi de ces techniques améliore la qualité de service même s'il est impossible de distinguer une tonalité de retour d'appel sans réponse d'une ligne d'abonné occupée (ou encombrement indiqué par tonalité d'encombrement) ou d'une annonce enregistrée.

3 Période des observations

Les résultats de toutes les observations faites au cours d'une journée doivent être enregistrés.

4 Echange des résultats d'observations

4.1 Les informations indispensables[3)] doivent être échangées tous les mois (de préférence par télécopie ou télex) entre tous les centres d'analyse de réseau des Administrations intéressées (les centres d'analyse sont alors en mesure d'établir des comparaisons entre différents courants vers la même destination). Si l'on peut fournir séparément des informations sur le TPR ou le TTPR pour des voies d'acheminement directes et indirectes passant par des pays de transit, ces informations devront aussi être échangées en tant qu'informations indispensables, y compris le nom du pays de transit concerné.

4.2 S'agissant des données supplémentaires telles que les dérangements de signalisation, les défaillances dues à l'abonné demandeur, les défaillances dues à l'abonné demandé et les défaillances dues au réseau, un échange d'informations par trimestre est suffisant. Etant donné que différents formats seront nécessaires, il semble que l'on aura très vraisemblablement recours au courrier pour échanger les données supplémentaires.

4.3 Outre les échanges d'informations mensuels et trimestriels, il est précisé qu'un contact direct doit être établi (par téléphone) sur tous les aspects dès qu'il sera nécessaire de prendre des mesures pour empêcher que persiste une dégradation de la qualité de service.

5 Catégories d'appel

Il semble utile d'établir une distinction entre les catégories d'appel (à savoir, entre opératrices, entre abonnés, et entre opératrices et abonnés) pour déterminer les problèmes que pose la qualité de service. Cette distinction ne pourra être établie que si on analyse le chiffre de langue[4)] et certains chiffres qui le suivent immédiatement.

6 Analyses de destination à partir de données d'observation de la qualité de service

Il faut veiller à ce que les chiffres composés au cadran, qui ont été relevés par l'équipement de contrôle, soient inclus dans les informations échangées, notamment pour une analyse de destination (voir l'annexe A à la Recommandation E.420).

7 Détails sur les informations supplémentaires concernant le système de signalisation n° 5 du CCITT

7.1 *Dérangements de signalisation*

- signaux de dérangement;
- interruptions; la principale caractéristique de cette catégorie est l'absence de signal d'invitation à numéroter;
- signal d'occupation (étant donné que le signal d'occupation est utilisé dans de nombreux cas, y compris pour les dérangements dus au demandeur, au demandé et au réseau, on juge utile pour une analyse de destination, d'établir une distinction entre les signaux d'occupation selon qu'ils sont reçus dans les 15 premières secondes, dans les 15 à 30 secondes ou après 30 secondes).

7.2 *Appels inefficaces associés à l'abonné demandeur*

Il est nécessaire de disposer d'un équipement de libération prématurée capable de détecter des signaux audibles, pour distinguer la libération qui se produit avant la réception de la tonalité de retour d'appel de celle qui se produit après.

7.3 *Appels inefficaces associés à l'abonné demandé*

La détection de la tonalité de retour d'appel sans réponse exige un équipement capable de détecter des signaux audibles.

---

3) L'Administration qui fournit les données doit préciser s'il s'agit du TPR ou du TTPR.

4) Le chiffre de langue ou de discrimination est inséré automatiquement par l'opératrice entre l'indicatif de pays (voir la Recommandation E.161) et le numéro national (significatif).

7.4 *Réseau*

Dans ce cas, le signal d'occupation est le seul qui puisse être détecté sans équipement capable de détecter des signaux audibles.

8 Influence de l'équipement

8.1 Il est recommandé aux Administrations d'envisager que les centres existants et les nouveaux centres soient dotés des facilités appropriées pour enregistrer chacune des phases suivantes ou certaines d'entre elles:

a) Appels commutés sur position de conversation puis:
   1) réponse;
   2) pas de réponse mais libération par le demandeur;
   3) interruption en attente de la réponse;
   4) réception d'un signal d'interruption de communication (signal d'occupation ou équivalent);
   5) interruption après un signal de libération;
   6) réception d'un signal de dérangement après la réponse.

b) Appels non commutés sur position de conversation:
   1) réception d'un signal de fin;
   2) réception d'un nombre de chiffres insuffisant;
   3) encombrement sur les circuits internationaux;
   4) réception de signaux de dérangement dans le centre;
   5) dérangement de signalisation dans le centre suivant;
   6) interruption pendant la signalisation au centre suivant;
   7) réception d'un signal d'encombrement venant du centre suivant;
   8) réception d'un numéro non attribué;
   9) réception d'un signal de ligne d'abonné occupée;
   10) réception d'un signal de ligne hors service;
   11) réception d'un signal de ligne d'abonné transférée.

Il faut être en mesure, au minimum, de déterminer le taux de prises avec réponse (TPR) ou le taux de tentatives de prises avec réponse (TTPR). Cet enregistrement peut se faire par un traitement en différé des registres d'appel, s'ils contiennent d'autres informations que celles exigées pour la comptabilité internationale.

8.2 Pour réunir des données relatives à la qualité de service sur les faisceaux de circuits de départ, on peut aussi utiliser des compteurs d'événement. Cinq compteurs d'événement permettent déjà d'obtenir un volume acceptable d'informations; trois d'entre eux sont communs aux systèmes de signalisation n° 5, n° 6, et R2: signaux de prise, de réponse et d'occupation [5].

Système de signalisation n° 5

Nombre de:

- signaux de prise émis;
- signaux de fin de numérotation (ST) émis;
- signaux d'invitation à numéroter reçus;
- signaux d'occupation reçus;
- signaux de réponse reçus.

Système de signalisation n° 6

Nombre de:

- messages d'adresse initiaux (IAM) émis;
- signaux d'encombrement (équipement de commutation; faisceaux de circuits; réseau national), signaux d'échec de l'appel et signaux de confusion reçus;
- signaux de numéro complet reçus (ligne d'abonné libre, avec taxation; ligne d'abonné libre, sans taxation; ligne d'abonné libre, poste à prépaiement; avec taxation; sans taxation; poste à prépaiement);
- signaux d'abonné occupé reçus;
- signaux de réponse reçus (avec taxation; sans taxation).

---

[5] Si le comptage d'événements est utilisé pour analyser la qualité de service pour une destination particulière, il doit être fait séparément pour chaque système de signalisation.

Système de signalisation R2

Nombre de:

- signaux de prise émis;
- signaux d'encombrement reçus [réseau national (A4 ou B4); centre international (A15)];
- signaux de numéro complet reçus (avec taxation; ligne d'abonné libre, avec taxation; ligne d'abonné libre, sans taxation);
- signaux de ligne d'abonné occupée reçus;
- signaux de réponse reçus.

Recommandation E.426

DIRECTIVES GÉNÉRALES CONCERNANT LE POURCENTAGE DE TENTATIVES D'APPEL EFFICACES QUI DEVRAIT ÊTRE RESPECTÉ DANS LE CAS DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES

1 Considérations générales

1.1 Le succès des tentatives d'appel est indispensable à un service téléphonique international automatique de haute qualité.

1.2 L'observation périodique des taux d'efficacité[1] et la ventilation des échecs d'après les pays de destination ainsi que l'échange entre pays de ces informations sont utiles pour établir et/ou maintenir un service de haute qualité.

1.3 Le taux d'efficacité des appels du réseau national d'un pays donné, tel qu'on peut le connaître à travers son (ou ses) centre(s) international(aux) de commutation, influe sur l'efficacité de l'exploitation de tous les autres pays acheminant du trafic à destination du pays considéré.

1.4 On peut obtenir des renseignements sur le taux d'efficacité des appels soit par voie interne, dans un centre international de commutation SPC (à commande par programme enregistré), soit par voie externe, au niveau des circuits internationaux sortants, dans tout centre international de commutation dans lequel l'accès aux circuits est assuré de manière à permettre la ventilation des tentatives d'appel.

1.5 En raison de leur disponibilité, de leur souplesse et de leur capacité, les mini-calculateurs constituent un moyen financièrement intéressant pour obtenir des renseignements d'une grande précision sur le taux d'efficacité. Ils permettent également l'observation des tonalités lorsque des interfaces appropriées sont assurées avec le mini-calculateur.

2 Directives concernant la proportion des tentatives d'appel efficaces

2.1 Des indications générales sont données ci-après concernant le pourcentage de tentatives d'appel efficaces, tel qu'il peut être observé au centre international de départ, qu'il conviendrait de respecter pendant l'heure chargée moyenne et les deux heures immédiatement adjacentes. A cet effet, une tentative d'appel efficace se définit comme une tentative donnant lieu à réception d'un signal de réponse au centre international de départ. Les défaillances dues au centre international de départ seront exclues dans la mesure du possible. Toutes les tentatives ayant fait objet d'une prise d'un circuit international doivent être comprises dans les résultats:

a) Bas niveau de tentatives d'appel efficaces: moins de 30%

b) Niveau moyen de tentatives d'appel efficaces: de 30% à 60%

c) Haut niveau de tentatives d'appel efficaces: plus de 60%.

2.2 Lorsque le pays d'origine observe une chute du niveau d'appels efficaces vers une destination quelconque, les Administrations d'origine et de destination et éventuellement de transit doivent entreprendre des recherches pour en déterminer la cause et y remédier (par exemple, augmentation de la capacité du réseau, comportement des usagers). Cette action a pour but d'éviter une dégradation du niveau de tentatives d'appel efficaces.

---

[1] Voir la Recommandation E.600.

COLLECTE ET ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES SPÉCIALES D'OBSERVATION DE LA QUALITÉ DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE POUR ÉVALUER LES DIFFICULTÉS ÉPROUVÉES PAR LES USAGERS EN EXPLOITATION AUTOMATIQUE INTERNATIONALE

La présente Recommandation vise à faciliter la collecte systématique de données nécessaires à des études spéciales ayant pour objet d'identifier les causes des difficultés éprouvées par les abonnés dans le service téléphonique international.

Lorsqu'un abonné établit une communication à destination d'un pays étranger, il perçoit un grand nombre de tonalités différentes pour le retour d'appel et l'occupation. Afin de pouvoir évaluer l'effet des tonalités inhabituelles de retour d'appel et d'occupation sur le comportement de l'abonné, il a été décidé de rassembler des données sur les durées pendant lesquelles les abonnés écoutent respectivement ces tonalités étrangères et les tonalités nationales, aux fins de comparaison.

Les données doivent être rassemblées de la même manière que celles qui sont nécessaires pour remplir le tableau 1/E.422. Ces données sont un développement de celles qui sont recueillies pour le tableau 1/E.422 et, pour en faciliter l'analyse ultérieure, il conviendrait d'utiliser la version actuelle de ce tableau en liaison avec le tableau joint à la présente Recommandation.

Le tableau 1/E.427 contient des questions numérotées de 1 à 9. Leur lien avec ceux du tableau 1/E.422 est indiqué entre parenthèses.

On trouvera ci-dessous un jeu préféré d'analyses visant à l'identification de l'importance statistique des différences entre les données recueillies auprès d'abonnés établissant des communications nationales et d'abonnés composant des communications internationales, comme il a été indiqué ci-dessus.

1 Déterminer la variation de pourcentage dans une mesure quelconque au moyen de la formule:

$$\text{Variation } (C_i) = \left[\frac{f_{ij}}{N_j} - \frac{f_{iH}}{N_H}\right] \times 100 \qquad \begin{array}{l} j = \text{A, B, C} \\ i = 0 \text{ à } 2,\ 2 \text{ à } 5 \ldots,\ > 30 \end{array}$$

où

f_{ij} est la fréquence observée des appels de la catégorie i dans le pays j,

N_j est le nombre total d'observations composant l'échantillon des appels du pays j,

f_{iH} est la fréquence observée des appels de la catégorie i dans le pays de l'abonné H, et

N_H est le nombre total des observations composant l'échantillon des appels dans le pays de cet abonné.

2 Comparer le point central des distributions au moyen de l'analyse unidirectionnelle de variance de Kruskal-Wallis [1].

3 Comparer les allures ou les formes de la distribution au moyen du test du khi carré [2].

4 Comparer, au moyen du test du khi carré, les variations des variables à évaluation unique, par exemple, le pourcentage d'indicatifs interurbains incomplets.

TABLEAU 1/E.427

(supplément au tableau 1/E.422)

Observations de la qualité du service téléphonique international de départ
Précisions supplémentaires concernant les appels formulés par les usagers

Centre international de départ: .....

Faisceau: .....

Période du ..... au .....

Rubrique	Nombre		Pourcentage	
	Sous-total	Total	Sous-total	Total
Détails relatifs aux appels demandés [a)b)c)]				
1. Appels dont le numéro est erroné [d)]				
1.1(6.1) Composition d'un faux numéro		...		100
1.1.1 Indicatif de pays erroné	...		...	
1.1.2 Inclusion intempestive d'un préfixe interurbain national (par exemple «0»)	...		...	
1.1.3 Indicatif interurbain erroné	...		...	
1.1.4 Numéro d'abonné erroné	...		...	
1.2(6.2) Numéro incomplet		...		100
1.2.1 Numéro national (significatif) non composé ou incomplet	...		...	
1.2.2 Indicatif interurbain non composé ou incomplet	...		...	
1.2.3 Numéro d'abonné non composé ou incomplet	...		...	
2. (5.3,6.3) Appels prématurément abandonnés avant la réception d'une tonalité ou d'une annonce		...		100
Intervalle entre la fin de la numérotation et le raccrochage [c)]				
de 0 à 5 secondes	...		...	
de 5 à 10 secondes	...		...	
de 10 à 20 secondes	...		...	
de 20 à 30 secondes	...		...	
de 30 à 50 secondes	...		...	
> 50 secondes	...		...	
3. Délais d'attente après numérotation pour tous les appels maintenus au-delà du début de la tonalité ou de l'annonce		...		100
Intervalle entre la fin de la numérotation et la tonalité ou l'annonce				
de 0 à 5 secondes	...		...	
de 5 à 10 secondes	...		...	
de 10 à 20 secondes	...		...	
de 20 à 30 secondes	...		...	
de 30 à 60 secondes	...		...	
de 60 à 90 secondes	...		...	
> 90 secondes	...		...	
Portion moyenne exclue [f)] ...				
4. Appels donnant lieu à une tonalité de retour d'appel [g)]				
4.1(1) Appels ayant abouti		...		100
Intervalle entre le début de la tonalité et la réponse				
de 0 à 10 secondes	...		...	
de 10 à 20 secondes	...		...	
de 20 à 30 secondes	...		...	
de 30 à 50 secondes	...		...	
> 50 secondes	...		...	
4.2(2.6.4) Appels n'ayant pas abouti		...		100
Intervalle entre le début de la tonalité et le raccrochage				
de 0 à 10 secondes	...		...	
de 10 à 20 secondes	...		...	
de 20 à 30 secondes	...		...	
de 30 à 50 secondes	...		...	
> 50 secondes	...		...	

TABLEAU I/E.427 *(suite)*

Rubrique		Nombre		Pourcentage	
		Sous-total	Total	Sous-total	Total
5. (3.2)	Appels donnant lieu à des tonalités d'occupation ou d'encombrement [g]		...		100
	Intervalle entre le début de la tonalité et le raccrochage				
	de 0 à 2 secondes	...		...	
	de 2 à 5 secondes	...		...	
	de 5 à 20 secondes	...		...	
	de 20 à 30 secondes	...		...	
	> 30 secondes	...		...	
6. (4.2)	Appels donnant lieu à des tonalités que l'observateur ne peut identifier		...		100
	Intervalle entre le début de la tonalité et le raccrochage				
	de 0 à 2 secondes	...		...	
	de 2 à 5 secondes	...		...	
	de 5 à 10 secondes	...		...	
	de 10 à 30 secondes	...		...	
	> 30 secondes	...		...	
7. (3.3, 4.3)	Appels donnant lieu à une annonce		...		100
	Intervalle entre le début de l'annonce et le raccrochage				
	de 0 à 10 secondes	...		...	
	de 10 à 20 secondes	...		...	
	de 20 à 30 secondes	...		...	
	> 30 secondes	...		...	
8. Dresser la liste des types d'erreurs de numérotation et d'interprétation des tonalités qui n'ont pas pu être classifiés					
9. Enumérer les restrictions imposées à l'échantillon d'abonnés [h]					

[a] Dans ce tableau le terme «appel» désigne toute prise d'un circuit au départ.

[b] Les renseignements relatifs à chaque pays «demandé» seront groupés séparément et non mélangés avec les renseignements relatifs à d'autres pays.

[c] L'interprétation de ces résultats ne peut être faite d'une façon satisfaisante que si on les compare avec les résultats analogues concernant des communications nationales.

[d] La possibilité d'inscrire l'observation dans la rubrique 1 dépendra du point d'accès de l'observation et de la connaissance ou non du plan du numérotage national et du pays de destination.

[e] De 0 à 5 secondes implique un intervalle de temps «t» tel que $0 \leqslant t \leqslant 5$.
De 5 à 10 secondes implique un intervalle de temps «t» tel que $5 < t \leqslant 10$.

[f] Les mesures de l'«attente après numérotation» ne fourniront peut-être pas la valeur du temps qui s'écoule réellement entre le moment où l'abonné achève la numérotation et le moment de réception de la tonalité. Si cette valeur — observée sur le circuit — exclut la durée qui s'écoule entre la fin de la numérotation et la prise du circuit, on indiquera la durée moyenne de cet intervalle de temps exclu.

[g] L'identification des catégories de tonalités devra être faite par des observateurs de service qui sont entraînés à identifier de façon sûre les catégories de tonalités.

[h] Si l'accès aux circuits observés est limité à une «population» particulière d'abonnés, par exemple de gros utilisateurs, des postes autres que ceux à prépaiement, ou des résidents de grands centres urbains, ces restrictions seront notées et spécifiées avec les observations de service.

Références

[1] MARASCUILO (L. A.) et McSWEENEY (M.): Non-Parametric and Distribution-Free Methods for the Social Sciences, *Wadsworth Publishing Co.*, Californie, 1977.

[2] SIEGEL (S.): Non-Parametric Statistics for the Behavioural Sciences, *McGraw Hill*, New York, 1956.

MAINTIEN DE LA COMMUNICATION

1 Introduction

Le maintien de la communication est l'un des paramètres qui influent sur la qualité de service une fois que la communication est établie. Il s'agit d'un paramètre difficile et coûteux à mesurer, aussi est-il recommandé de procéder à son évaluation seulement dans le cas où des rapports de dérangement d'opérateur, des réclamations d'abonnés, des résultats d'enquêtes et/ou des observations de service indiquent qu'un problème se pose.

2 Taux d'interruption des communications

Le taux d'interruption des communications est le pourcentage des communications établies qui sont libérées pour une raison autre que la volonté de l'un des abonnés participant à la communication. Il ne peut être mesuré qu'au moyen d'appels d'essai (voir la Recommandation G.181).

3 Enquêtes nécessaires

Avant de mesurer le taux de coupure des communications, il faut utiliser dans la mesure du possible la source d'informations qui a déclenché une enquête (voir l'annexe B de la Recommandation E.420) et comparer les résultats avec d'autres sources pertinentes; par exemple, les réclamations d'abonnés qui sont à l'origine de l'enquête peuvent être suivies d'un examen des rapports de dérangement d'opérateurs.

Ces investigations doivent permettre de repérer les parties défaillantes du réseau.

4 Echange d'informations

Dans le cas où la partie défaillante du réseau est située hors du territoire d'une Administration, l'Administration qui a la responsabilité de la partie défaillante du réseau doit être prévenue et informée du résultat des enquêtes. Dans les informations données, les causes de coupure doivent être précisées par exemple «absence de signal de réponse», «signal de raccrochage artificiel», etc.

5 Autres enquêtes nécessaires

L'Administration doit chercher dans la partie défaillante du réseau les causes évidentes de coupure, telles qu'une défaillance du commutateur ou des équipements. Si elle ne peut découvrir une cause évidente, l'Administration doit envisager des appels d'essai.

6 Appels d'essai

L'une des Administrations en cause, ou les deux, peuvent décider de mettre sur pied un programme d'appels d'essai.

Les types d'appels d'essai internationaux normalisés sont décrits dans la Recommandation E.424. Comme indiqué dans cette Recommandation, les appels d'essai du type 3 ou les appels d'essai d'abonné à abonné doivent être envisagés après vérification qu'il n'existe aucun dérangement évident dans les réseaux nationaux. Cette vérification peut fort bien être réalisée au moyen d'appels d'essai non normalisés, par exemple du centre international à un numéro d'abonné du réseau national du même pays (voir le point 4) du § 1 de la Recommandation E.424).

L'opportunité de normaliser les appels d'essai de ces types est étudiée actuellement par plusieurs Administrations.

Pour procéder à des appels d'essai concernant le maintien de la communication, l'équipement de réponse utilisé doit envoyer un signal de réponse au bout de 10 secondes suivi d'une tonalité continue conforme aux dispositions de la Recommandation O.61. Le seuil du détecteur de l'équipement qui dirige l'essai doit être également conforme à la Recommandation O.61.

7 Objectifs

Les objectifs à long terme ainsi que les attributions sont indiqués dans la Recommandation G.181. A moyen terme, les conditions suivantes sont applicables: le taux de coupure des communications mesuré sur des périodes de 24 heures, pour les essais d'abonné à abonné, doit être inférieur à 0,5% pour des appels de 5 minutes. Pendant une heure quelconque, le taux de coupure des communications ne doit pas dépasser 3%.

On notera que, d'une manière générale, la perception du service par les abonnés est plus gravement affectée quand les coupures ont lieu sur des voies d'acheminement ayant un faible taux de prises avec réponse que sur des voies d'acheminement pourvues d'un faible taux d'efficacité.

PARTIE II

Recommandations E.500 à E.600

INGÉNIERIE DU TRAFIC

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 1

MESURE ET ENREGISTREMENT DU TRAFIC

Recommandation E.500

PRINCIPES DE MESURE DE L'INTENSITÉ DU TRAFIC

1 Introduction

1.1 Les mesures de trafic fournissent la base de données sur laquelle reposent la planification, l'exploitation, la gestion et, dans certains cas, la comptabilité relative au transit du réseau téléphonique. Une même mesure de trafic peut donner lieu à différentes applications.

1.2 La présente Recommandation contient les principes de la mesure du trafic acheminé et des tentatives de prise sur des faisceaux de circuits et par des centres de commutation. Le nombre de tentatives de prise ainsi que, de préférence, l'intensité du trafic acheminé doivent être également déterminés en fonction de relations individuelles (destinations). Les données ainsi obtenues sont utilisées pour l'exploitation et la planification. La Recommandation E.501 traite des méthodes d'évaluation du trafic offert à partir de mesures faites sur le trafic acheminé. La Recommandation E.502 contient une description des besoins au niveau des commutateurs en ce qui concerne les mesures de trafic dans les centres de commutation nationaux et internationaux. La Recommandation E.525 décrit l'analyse des données de trafic. La Recommandation E.506 contient des méthodes de prévision des besoins pour ce qui est du trafic. Les autres Recommandations de la série E.500 font usage de cette base de données pour l'exploitation et la planification des réseaux téléphoniques.

Les mesures nécessaires à la gestion des réseaux présentées dans les Recommandations de la série E.410, sont en général analogues à celles qui sont décrites dans la présente Recommandation, mais le résultat devra le plus souvent être communiqué à intervalles irréguliers et plus rapprochés.

2 Définitions

La **mesure du volume de trafic acheminé** représente la valeur moyenne en erlangs pendant une certaine période de temps (15 minutes, 1 heure).

La **mesure du nombre de tentatives de prise** représente un compte de tentatives de prise pendant une certaine période de temps.

Les mesures sont prises de façon continue pendant la journée ou avec l'exclusion des périodes de faible trafic connues. La série de jours pendant laquelle les mesures ont été prises est appelée *jours de mesure.*

Dans les **mesures annuelles continues** les jours de mesure sont post sélectionnés à partir d'une période de base s'étendant sur toute l'année. Les jours post sélectionnés englobent les valeurs de crête de l'intensité mesurée pendant la période de base.

Dans les **mesures annuelles non continues,** les jours de mesure sont prévus (présélectionnés) à partir d'une période de base de quelques mois. Les jours présélectionnés englobent les jours de charge élevée que l'on prévoit ou qui résultent d'observations précédentes.

Le profil de trafic est défini comme étant *stable* lorsque les profils de trafic journaliers individuels ne diffèrent que très peu d'un jour à l'autre en ce qui concerne la forme et le volume de trafic.

Le profil de trafic est défini comme étant *instable* lorsque les profils de trafic individuels diffèrent d'un jour à l'autre en ce qui concerne la forme ou le volume de trafic.

3 Considérations générales

Le dimensionnement d'un faisceau de circuits est fondé sur un objectif relatif à l'encombrement et sur les valeurs d'intensité du trafic au cours des périodes de forte charge ainsi que sur les prévisions de l'intensité du trafic jusqu'à la prochaine augmentation du nombre de circuits. L'intensité est mesurée au cours d'une heure chargée quotidienne; on fait ensuite la moyenne des mesures portant sur plusieurs jours pour écarter les valeurs non significatives.

Si les mesures de trafic sont prises tous les jours de l'année (mesures continues annuelles), les moyennes requises peuvent être calculées directement, comme cela est décrit au § 4. Si les mesures de trafic ne sont prises que pendant un nombre limité de jours dans l'année (mesures non continues individuelles), on peut évaluer les charges de trafic équivalent en utilisant les procédures figurant au § 5.

L'heure chargée est une notion importante en ingénierie du télétrafic; elle peut être appliquée de diverses façons. Dans les Recommandations de la série E.500, le trafic de l'heure chargée est la moyenne des valeurs de trafic sur plusieurs jours compte tenu, dans certains cas, des variations journalières (Recommandation E.521).

On considère qu'au cours de l'heure chargée, le trafic est constant; en conséquence, l'intensité mesurée est la moyenne des valeurs mesurées au cours de l'heure en question.

La méthode normalisée recommandée pour le calcul de la moyenne journalière nécessite des mesures continues portant sur tous les quarts d'heure pour tous les jours pris en considération, en sélectionnant l'heure la plus chargée dans le profil moyen de l'ensemble des jours. Cette méthode est appelée celle de l'heure chargée moyenne (HCM); elle est décrite en détail au § 6. Cette méthode présente plus d'intérêt dans des cas de profils de trafic stable. Les mesures continues journalières fournissent les données nécessaires pour confirmer la stabilité du profil.

Une autre méthode permettant de déterminer l'heure chargée moyenne représentative est également fondée sur la mesure continue du trafic de tous les quarts d'heure, mais seule l'heure la plus chargée de chaque jour est retenue pour établir la moyenne. C'est la méthode dite de la moyenne de l'heure de pointe journalière (MHPJ); elle est décrite en détail au § 6, de même que la relation entre les résultats qu'elle donne et ceux obtenus par la méthode de l'HCM.

La MHPJ présente l'avantage de nécessiter un nombre moins élevé de données et de manipulations que l'HCM et de donner une valeur plus représentative dans le cas de profils de trafic instables.

Dans certains cas, les Administrations ne mesurent pas le trafic de *manière continue* sur toute la journée, mais seulement pendant une ou quelques heures dont on prévoit quelles sont les plus chargées. Il s'agit de la méthode dite de la période de mesure journalière fixe (PMJF) ou de l'heure de mesure journalière fixe (HMJF); elle est décrite en détail au § 7, de même que la relation entre les résultats obtenus par la méthode PMJF et ceux obtenus par la méthode de l'HCM.

La méthode de la PMJF présente l'avantage de demander moins de mesures que l'HCM ou la MHPJ, mais dans certains cas, la différence entre les résultats obtenus par cette méthode et ceux que donnerait la méthode de la HCJM peut varier considérablement.

Dans certains cas de réseau, on peut faire des économies considérables grâce au calcul de dimensionnement à plusieurs heures (par exemple ingénierie des faisceaux, différences de fuseau horaire). Cela nécessite des mesures continues journalières.

4 Mesures continues annuelles

Les mesures nécessaires pour les statistiques du trafic doivent être faites au cours de la période journalière significative pendant toute l'année. En principe, cette période significative peut s'étendre sur les 24 heures de la journée.

Les mesures nécessaires pour calculer la charge normale de trafic doivent se référer aux 30 jours dont la charge moyenne est la plus élevée pendant une période de 12 mois. Il s'agit normalement de jours ouvrables: toutefois, en certains cas, des mesures afférentes à certains week-ends ou à des périodes tarifaires spéciales pourraient être prises en considération, ce qui permettrait aux Administrations de conclure des accords bilatéraux,

sur les dispositions à prendre pour maintenir une qualité d'écoulement du trafic raisonnable pendant les week-ends et les périodes tarifaires en question. Il convient toutefois, pour les besoins du dimensionnement du réseau, d'exclure les jours exceptionnels et récurrents (par exemple, Noël, fête des Mères) bien que les données de trafic relatives à ces jours doivent être recueillies pour les besoins de la gestion du réseau (voir la Recommandation E.410). Cette façon de faire permet d'obtenir une information sur le trafic d'une précision relativement élevée et appropriée aux faisceaux de circuits à exploitation automatique ou semi-automatique.

4.1 *Charge normale et charge élevée*

Les objectifs de qualité du télétrafic et les méthodes de dimensionnement comportent généralement des objectifs pour deux niveaux de charge du trafic.

Un niveau de charge normal peut être associé aux conditions de fonctionnement types pour lesquelles le réseau répond aux besoins normaux des abonnés.

Un niveau de charge élevé peut être associé à des conditions de fonctionnement moins fréquentes dans lesquelles le réseau n'a pas la capacité de répondre aux besoins normaux des abonnés et dans lesquelles il faut abaisser le niveau de qualité pour éviter un renouvellement excessif des appels et empêcher que l'encombrement du réseau ne se propage.

Pour évaluer la charge normale et la charge élevée, les valeurs d'intensité du trafic offertes doivent, si nécessaire, être estimées à partir des mesures de trafic écoulé quotidiennement. Les procédures d'évaluation sont présentées dans la Recommandation E.501.

Les charges normale et élevée sont définies dans le tableau 1/E.500.

TABLEAU 1/E.500

Faisceaux de circuits		
Paramètres	Charge normale	Charge élevée
Intensité du trafic écoulé	Valeur moyenne au cours des 30 jours ouvrables les plus chargés d'une période de 12 mois	Valeur moyenne au cours des 5 jours les plus chargés de la même période que celle servant à définir la charge normale
Nombre de tentatives de prise	Valeur moyenne au cours des 30 jours ci-dessus pour lesquels l'intensité du trafic offert est la plus forte	Valeur moyenne au cours des 5 jours ci-dessus pour lesquels l'intensité du trafic offert est la plus forte

Centres de commutation		
Paramètres	Charge normale	Charge élevée
Intensité du trafic écoulé	Valeur moyenne au cours des 10 jours les plus chargés d'une période de 12 mois	Valeur moyenne au cours des 5 jours les plus chargés de la même période que celle servant à définir la charge normale
Nombre de tentatives d'appel	Valeur moyenne au cours des 10 jours les plus chargés (qui ne sont pas nécessairement les mêmes que les jours où l'intensité du trafic offert est la plus forte) au cours d'une période de 12 mois	Valeur moyenne au cours des 5 jours les plus chargés (qui ne sont pas nécessairement les mêmes que les jours où l'intensité du trafic offert est la plus forte) pendant la même période que celle servant à définir la charge normale

5 Mesures non continues annuelles

5.1 *Introduction*

Cette méthode consiste à faire des mesures sur un échantillon limité de jours, au cours de l'année. Les mesures faites par échantillonnage seront normalement effectuées pendant des jours ouvrables; toutefois, les Administrations peuvent convenir, par accord bilatéral, de procéder à des mesures particulières pendant les week-ends ou pendant des périodes à tarif réduit.

Il est conseillé à toute Administration qui envisage d'employer une méthode de mesure non continue annuelle de se mettre en rapport avec ses correspondants pour faire en sorte qu'elle dispose du maximum d'informations susceptibles de l'aider à choisir les jours de mesure. Si, par exemple, une Administration correspondante dispose de possibilités de mesures continues, cela permettra peut-être de mettre en évidence les saisons chargées ou les jours où le trafic est systématiquement faible.

Les résultats d'une étude effectuée sur des faisceaux de circuits dans un réseau métropolitain important [1] sont présentés dans le tableau 2/E.500. Les erreurs dont il est fait état dans ce tableau sont le résultat de sous-évaluations au cas où l'intensité moyenne du trafic écoulé pendant l'heure chargée est mesurée sur une période de l'année prédéfinie de deux semaines, plutôt que sur la période de deux semaines effectivement la plus chargée. (La période prédéfinie était, en fait, la période chargée de l'année précédente.)

La moyenne des erreurs s'établit plus ou moins à 7,6%, selon l'importance du faisceau de circuits. Si une Administration souhaitait évaluer l'intensité de crête véritable sur deux semaines avec 90% de confiance, en débutant avec les mesures de deux semaines prédéfinies, il faudrait augmenter ces mesures de valeurs allant d'environ 14% pour les faisceaux de circuits importants, jusqu'à environ 31% pour les petits faisceaux. (L'importance de ces corrections indique combien un exemple de deux semaines peut être inapproprié en tant que base pour la planification du réseau.)

TABLEAU 2/E.500

Erreur moyenne et pondérée et limite supérieure de la catégorie d'erreur d'intensité pour une proportion cumulative de faisceaux de circuits, classés suivant leur taille

	Total	Faible < 10 Erlangs	Moyen 10 à 100 Erlangs	Elevé > 100 Erlangs
Faisceaux de circuits	2728	1056	1564	110
Erreur moyenne pondérée de la valeur d'intensité	7,6%	13,7%	7,8%	5,2%
Proportion cumulative de faisceaux de circuits				
50%	7,9%	12,9%	6,9%	3,9%
80%	16,9%	22,9%	17,9%	7,9%
90%	23,9%	30,9%	23,9%	13,9%
95%	31,9%	37,9%	34,9%	17,9%
98%	41,9%	47,9%	40,9%	26,9%

5.2 *Méthode d'estimation*

Le présent paragraphe fournit une méthode statistique approximative pour l'évaluation de la charge et de la charge élevée à partir de mesures d'échantillons limitées.

5.2.1 *Principe de la méthode d'estimation*

Des mesures sont faites sur un échantillon restreint de jours, et la moyenne (M) ainsi que l'écart type (S) des charges quotidiennes de trafic pendant l'heure chargée sont calculés. On obtient des estimations du niveau de charge normale et de charge élevée (L) au moyen de la formule:

$$L = M + k \cdot S$$

des valeurs différentes du facteur k étant utilisées pour le niveau de charge normale et le niveau de charge élevée.

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (X_i - M)^2\right]^{1/2}$$

où

X_i est le trafic pendant l'heure chargée moyenne mesuré le $i^{\text{ième}}$ jour,

$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i$ est la moyenne de l'échantillon, et

n est le nombre de jours de mesure.

Si la période de mesure est inférieure à 30 jours, cette estimation ne sera pas très fiable. Dans ce cas, les Administrations doivent si possible procéder à des mesures spéciales pour déterminer les valeurs caractéristiques de l'écart type (en fonction de la moyenne de l'échantillon, par exemple).

5.2.2 *Période de base pour les mesures*

Il est important de déterminer la «période de base» étant donné que la longueur de cette période a une influence sur les valeurs données au multiplicateur k.

La période de base est le nombre de jours valables de chaque année parmi lesquels sont présélectionnés des jours de mesure. Cette période doit comprendre tous les jours susceptibles de faire partie des 30 jours les plus chargés (à l'exclusion cependant des jours exceptionnels et récurrents – voir le § 4).

La période de base peut être limitée à une saison chargée (qui ne comprend pas nécessairement une série de semaines consécutives), à condition que l'on sache que le trafic est nettement plus intense pendant cette période que pendant le reste de l'année.

La période de base peut être l'année entière, mais les Administrations peuvent également décider d'exclure des jours connus pour la faible intensité de leur trafic.

5.2.3 *Choix des jours de mesure*

Les jours de mesure doivent être assez régulièrement répartis sur la période de base. Si celle-ci s'étend sur toute l'année, l'échantillon de mesure doit comprendre certains jours de la période la plus chargée de l'année, s'ils sont connus. L'échantillon restreint doit comprendre au moins 30 jours pour que la fiabilité des estimations soit assurée. Si cela n'est pas possible, on pourrait utiliser un minimum de 10 jours de mesure; dans ce cas, l'estimation n'est pas très fiable.

5.2.4 *Multiplicateurs*

Les courbes de la figure 1/E.500 donnent des valeurs du multiplicateur k pour des niveaux de charge à 5, 10 et 30 jours, en fonction du nombre de jours de la période de base. Ces valeurs proviennent de tables de statistiques d'ordre de la distribution normale [2].

Lorsque la période de base s'étend sur toute l'année, ces facteurs risquent de ne pas toujours être fiables en raison des effets des différents schémas saisonniers. Les Administrations préféreront peut-être alors utiliser des valeurs différentes des facteurs, si elles ont obtenu des renseignements plus précis à la suite de mesures spéciales.

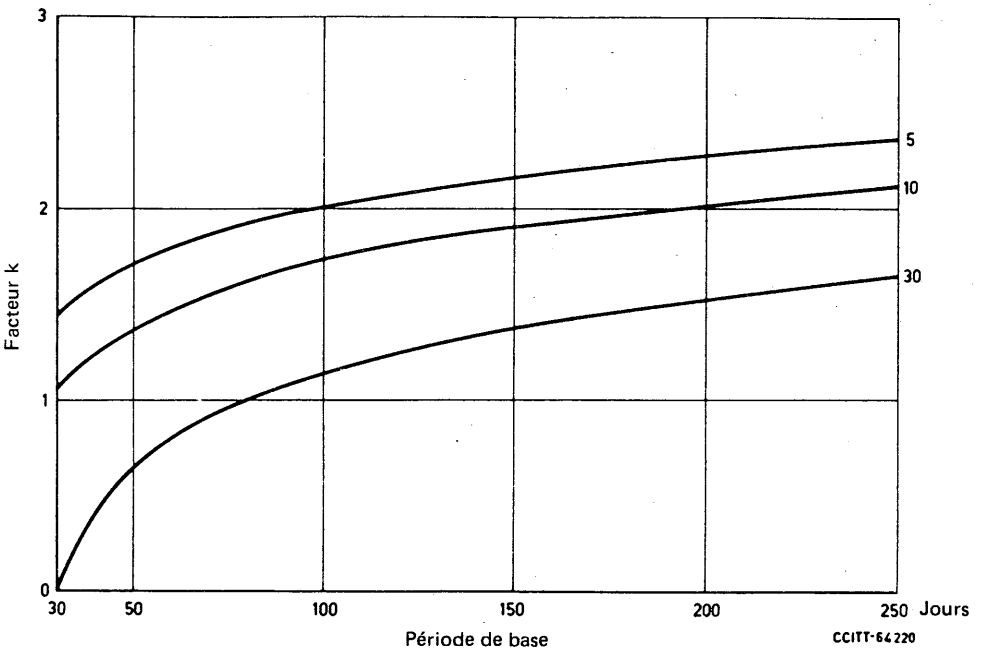


FIGURE 1/E.500

Valeurs du multiplicateur pour l'estimation de la moyenne des 5, 10 ou 30 jours les plus chargés à partir de mesures non continues

5.2.5 *Exemple*

Les données suivantes illustrent l'application de cette procédure pour l'évaluation de la charge normale et de la charge élevée à partir de mesures non continues sur un faisceau de circuits pendant une période d'un an.

Si l'on ne tient pas compte des vacances et d'autres périodes de trafic faible connues, on peut fixer à 220 jours la période de base dont on dispose à des fins de mesure. Les facteurs k à utiliser sont donc (d'après la figure 1/E.500):

Charge normale (30 jours): $k = 1{,}6$

Charge élevée (5 jours): $k = 2{,}3$

Les mesures sont faites sur 50 jours, au cours de la période de base. Les valeurs de trafic à l'heure chargée mesurées quotidiennement, en erlangs, sont les suivantes:

21,5	20,5	18,7	15,0	18,4	21,6	18,1	24,2	26,7	22,1
21,8	17,8	17,2	19,8	15,2	20,4	16,7	20,6	23,1	23,5
19,6	18,1	21,3	15,9	15,9	17,8	17,4	20,9	25,9	20,6
20,9	19,2	17,6	12,9	14,2	18,1	16,9	24,2	22,2	26,8
22,5	22,8	19,3	19,1	18,7	19,8	18,0	26,0	22,5	27,5

La moyenne ainsi que l'écart type de l'échantillon sont:

$M = 20{,}11$

$S = 3{,}37$

Les évaluations de la charge normale et de la charge élevée sont alors calculées à partir de $L = M + k \cdot S$ pour donner:

Charge normale = 25,5 erlangs

Charge élevée = 27,9 erlangs

5.2.6 *Rapport de trafic élevé à trafic normal*

Dans certaines circonstances, on ne dispose pas des valeurs effectives des charges journalières élevées. En pareils cas, plusieurs Administrations utilisent des valeurs normalisées du rapport de charge élevée à charge normale pour les prévisions, la conception ou la planification.

Par exemple, on peut utiliser les valeurs suivantes (ordre général de grandeur) du rapport de charge élevée à charge normale. Ce sont des valeurs indicatives pour un réseau «sain».

Paramètre	*Faisceaux de circuits*	*Commutateurs*
Intensité de trafic offert	1,2	1,1
Nombre de tentatives d'établissement d'appels	1,4	1,2

6 Mesures continues journalières

6.1 *Mesures*

Il est recommandé aux Administrations de procéder à des mesures de trafic de façon continue au cours de la journée pendant toute la période de mesure.

Selon l'application, il faudrait calculer la valeur pendant l'heure chargée pour le dimensionnement des réseaux en tant que valeur de crête du profil journalier moyen ou de la moyenne des valeurs de crête journalières.

6.2 *Intensité de l'heure chargée moyenne sélectionnée a posteriori*

On enregistre pendant un certain nombre de jours et pour chaque quart d'heure de la journée les valeurs du trafic acheminé. On fait ensuite la moyenne pour le même quart d'heure de chacune des journées.

Les quatre quarts d'heure consécutifs de cette journée moyenne qui, ensemble, donnent la somme la plus grande de valeurs observées constituent l'heure chargée moyenne qui permet de déterminer l'intensité correspondante. On l'appelle parfois l'heure chargée moyenne sélectionnée a posteriori.

Dans le cas d'un profil de trafic stable, la méthode donnant cette intensité est la méthode de base pour le dimensionnement des réseaux; si l'on utilise des méthodes qui conduisent systématiquement à des valeurs plus faibles ou plus élevées que celles obtenues à l'aide de la méthode de l'heure chargée moyenne, il est nécessaire d'ajuster les calculs.

6.3 *Moyenne du trafic des heures de pointe journalières, définie par quarts d'heure ou par heures entières*

Pour déterminer l'intensité moyenne de l'heure de pointe journalière définie par quarts d'heure (MHPJQH), on mesure l'intensité du trafic de manière continue pendant toute une journée, sur des périodes d'un quart d'heure. Les valeurs d'intensité sont traitées quotidiennement afin de déterminer les quatre quarts d'heure consécutifs pour lesquels la somme des intensités est la plus élevée. Seule la valeur d'intensité du trafic de l'heure de pointe journalière est retenue. La moyenne est calculée sur un certain nombre d'intensités de pointe enregistrées au cours des jours ouvrables. L'heure d'apparition de la pointe d'intensité varie en général d'un jour à l'autre.

Pour déterminer l'intensité moyenne de l'heure de pointe journalière définie par heures entières (MHPJHE), on mesure l'intensité du trafic de manière continue pendant toute une journée, sur des heures entières. Seule la valeur d'intensité la plus élevée est retenue. On calcule ensuite la moyenne des intensités de pointe pour un nombre donné de jours.

Les mesures comparatives ont montré que les valeurs d'intensité du trafic mesurées par les méthodes MHPJHE et de l'heure chargée moyenne (HCM) sont toujours très proches, la méthode MHPJQH donnant des valeurs légèrement plus élevées (quelques pour-cent). Voir l'annexe A à ce sujet. Les méthodes MHPJ sont plus avantageuses que la méthode HCM lorsque les profils de trafic sont instables.

6.4 *Réseaux à acheminement détourné*

Pour l'acheminement détourné, il faut utiliser les méthodes de dimensionnement indiquées dans la Recommandation E.522 (Technique du dimensionnement en fonction des heures). En général, il faudra faire des mesures continues pour établir un profil du trafic pour 24 heures pour chaque paramètre de trafic dans les faisceaux des voies d'acheminement de détournement.

Dans l'annexe A, les différences entre les résultats obtenus pour les heures chargées définies pour chaque faisceau de circuits et pour l'ensemble font apparaître les avantages que présentent la mesure continue et le dimensionnement en fonction des heures pour établir des réseaux à acheminement détourné.

Lorsque les profils de trafic sont stables et analogues dans l'ensemble des faisceaux, le dimensionnement portant sur plusieurs heures peut être effectué sur la base de quelques heures significatives pour l'ensemble des faisceaux. La stabilité du profil du trafic doit être contrôlée.

7 Mesures journalières non continues

7.1 *Mesures*

Certaines Administrations peuvent juger nécessaire ou avantageux du point de vue économique de limiter la durée des mesures à quelques heures par jour, voire à une heure seulement. La précision de cette méthode est toujours moins grande que celle des mesures continues. En effet, les résultats seront toujours inférieurs aux valeurs obtenues avec la méthode de l'heure chargée moyenne (HCM).

Des vérifications portant sur l'heure sur laquelle les mesures journalières fixes sont effectuées doivent être faites à plusieurs reprises au cours de l'année au moyen de mesures réalisées sur le profil de trafic journalier complet pour chaque faisceau de circuits. Les mesures peuvent porter également sur plusieurs périodes journalières.

7.2 *Période de mesure journalière fixe (PMJF)*

Dans le cas de cette méthode, les mesures journalières portent sur une période fixe de chaque jour (3 heures par exemple). Cette période doit correspondre à la partie la plus intense du profil de trafic dont on suppose qu'il inclut l'heure chargée moyenne (HCM). Les valeurs mesurées sont additionnées séparément pour chaque quart d'heure, l'heure la plus chargée étant déterminée à la fin de la période de mesure, comme dans le cas de l'heure chargée moyenne. Cette méthode donne généralement des résultats qui se situent à 95% du niveau de trafic de l'heure chargée moyenne lorsque la période de mesure journalière fixe est définie pour chaque faisceau de circuits mais, des modifications importantes du profil de trafic peuvent conduire à des erreurs plus importantes.

Dans les réseaux à acheminement détourné, avec des profils de trafic qui sont analogues et stables dans l'ensemble des faisceaux, on peut utiliser la méthode PMJF pour établir des mesures sur le dimensionnement en fonction de plusieurs heures, effectué sur la base du choix de quelques heures significatives. La stabilité des profils de trafic doit être contrôlée plusieurs fois par an.

7.3 *Heure de mesure journalière fixe (HMJF)*

Tant que la période de mesure journalière fixe est limitée à 1 heure, il suffit d'additionner les mesures uniques quotidiennes. Il s'agit de la méthode de mesure la plus simple qui donne des résultats qui se situent généralement à 90% de la valeur du trafic de l'heure chargée moyenne lorsque le moment de la mesure journalière fixe est défini pour chaque faisceau de circuits. Cependant, les variations autour de la moyenne sont importantes.

8 Organigramme permettant de choisir l'application de différentes méthodes de calcul

La procédure de décision représentée sur la figure 2/E.500 compare les coûts de mesure et d'analyse aux variations obtenues dans les résultats, lorsqu'il s'agit d'un seul faisceau ou d'un groupe de faisceaux de circuits. Les coûts sont propres à chaque Administration.

Les paragraphes précédents de la présente Recommandation donnent des précisions relatives aux variations des résultats de mesure pour des situations caractéristiques pouvant entraîner un surdimensionnement ou une qualité insuffisante de l'écoulement du trafic.

Normalement, l'étude des faisceaux de circuits en vue de la constitution de réseaux d'acheminement détourné nécessite des mesures en dehors de l'heure chargée si le profil de trafic est instable. Dans les situations où la charge de trafic est stable, les heures de trafic significatives peuvent être prévues de manière précise, ce qui permet d'utiliser la méthode PMJF.

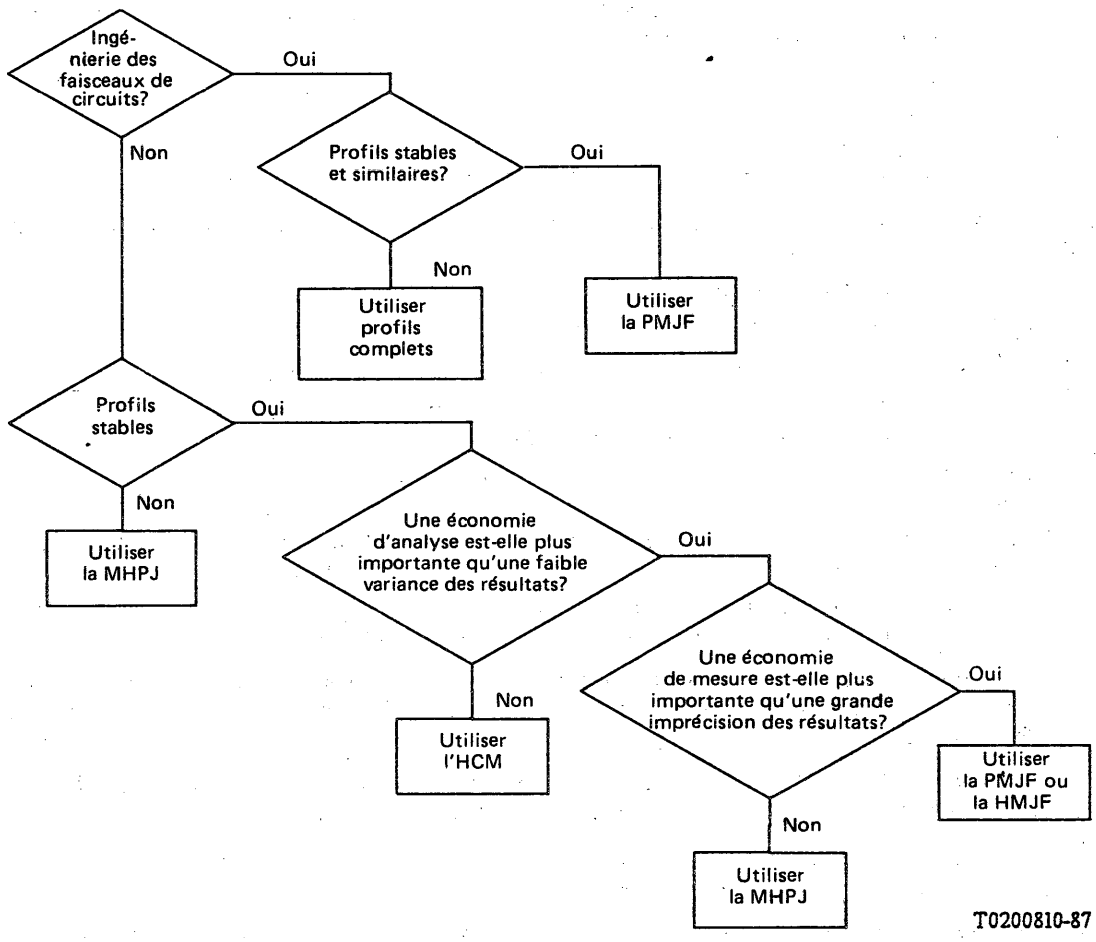


FIGURE 2/E.500

Organigramme permettant de choisir l'application de différentes méthodes de calcul

ANNEXE A

(à la Recommandation E.500)

Exemples de l'influence des différentes définitions de l'heure chargée sur l'intensité du trafic mesurée

A.1 *Introduction*

On a mesuré l'influence de différentes définitions de l'heure chargée sur l'intensité du trafic réel mesurée au départ d'un centre international.

L'examen a porté sur trois faisceaux de faisceaux, soit 15 faisceaux de circuits au total. Un des faisceaux de faisceaux (le numéro 1) acheminait du trafic entre des fuseaux horaires différents.

Le trafic par quart d'heure a été mesuré sur des journées complètes au cours de cinq périodes de deux semaines (10 jours ouvrables consécutifs) réparties sur neuf mois.

L'HMJF et la PMJF ont été déterminées d'après les résultats de la première période de deux semaines de mesures journalières continues:

- individuellement pour chaque faisceau de circuits (ind),
- pour chaque faisceau de faisceaux (gr),
- pour les trois faisceaux de faisceaux pris ensemble (ens).

L'HMJF et l'HCM coïncident au cours de la première période de deux semaines. La PMJF est formée de l'HMJF, de l'heure qui précède et de l'heure qui suit.

A.2 *Résultats des mesures*

Les résultats des mesures sont résumés dans les figures A-1/E.500 à A-5/E.500.

La figure A-1/E.500 montre les variations du moment où débute l'heure chargée moyenne pour les cinq périodes de mesure:

- pour chaque faisceau de faisceaux, et
- pour chaque faisceau de circuits de chaque faisceau de faisceaux.

On peut faire les observations suivantes au sujet du moment où débute l'heure chargée moyenne:

- c'est le même moment au cours de 2 périodes seulement, aussi bien dans le cas des faisceaux de circuits que dans celui des faisceaux de faisceaux;
- 5 faisceaux de circuits et 1 faisceau de faisceaux ont des heures chargées moyennes différentes au cours de chaque période;
- 8 faisceaux de circuits et 2 faisceaux de faisceaux ont leur heure chargée moyenne pendant la même partie de la journée (matin ou soir) au cours de toutes les périodes;
- l'heure chargée moyenne commune à tous les faisceaux de faisceaux se situe le soir, quelle que soit la période; 2 périodes seulement ont la même heure chargée moyenne.

Sur les figures A-2/E.500 à A-5/E.500, on a comparé des intensités de trafic selon les différentes définitions de l'heure chargée, en utilisant comme valeur de référence (correspondant à 100% sur ces figures) l'intensité du trafic en fonction de l'heure chargée moyenne.

La figure A-2/E.500 montre les résultats des comparaisons au niveau des faisceaux de faisceaux, les figures A-3/E.500 à A-5/E.500 au niveau des faisceaux de circuits.

Les moyennes et les variations des intensités du trafic sont données sous forme de:

- moyenne pour les cinq périodes (MHPJQH et MHPJHE), et
- moyenne des périodes de mesure 2, 3, 4 et 5 comparées à la période 1 (HMJF et PMJF).

A.3 *Résultats au niveau des faisceaux de faisceaux (Figure A-2/E.500)*

MHPJQH Intensités supérieures à 100%, moyenne = 102%

MHPJHE Intensités voisines de 100%, moyenne = 100%

$PMJF_{gr}$ Intensités de 95 à 100%, moyenne = 99%

$HMJF_{gr}$ Intensités de 90 à 98%, moyenne = 94%

$PMJF_{ens}$ Intensités de 42 à 100%, moyenne = 89%

$HMJF_{ens}$ Intensités de 35 à 93%, moyenne = 83%.

A.4 *Résultats au niveau des faisceaux de circuits (Figures A-3/E.500 à A-5/E.500)*

MHPJQH Intensités supérieures à 100%, moyenne = 104%

MHPJHE Intensités voisines de 100%, moyenne = 100%

$PMJF_{ind}$ Intensités de 88 à 100%, moyenne = 99%

$HMJF_{ind}$ Intensités de 80 à 100%, moyenne = 93%

$PMJF_{gr}$ Intensités de 51 à 100%, moyenne = 98%

$HMJF_{gr}$ Intensités de 45 à 99%, moyenne = 91%

$PMJF_{ens}$ Intensités de 24 à 100%, moyenne = 89%

$HMJF_{ens}$ Intensités de 14 à 99%, moyenne = 81%.

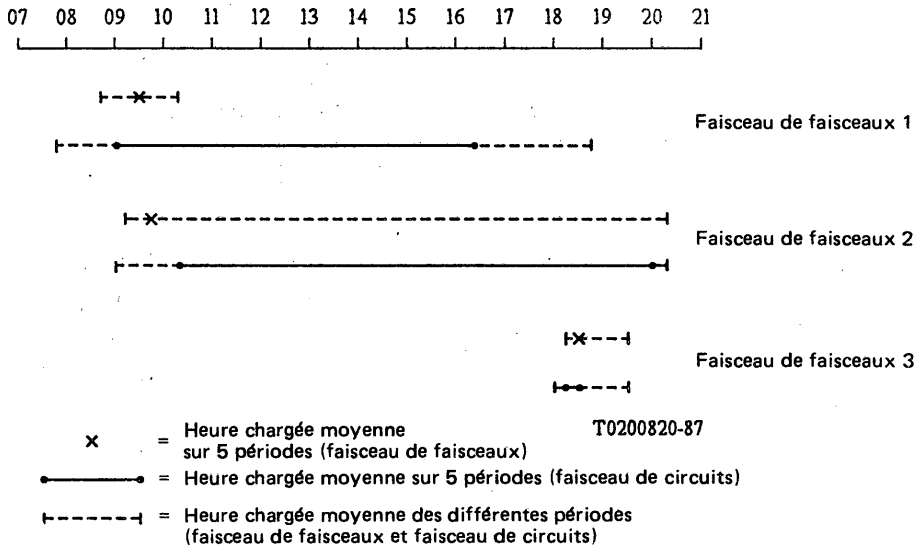


FIGURE A-1/E.500

Variations de l'heure chargée moyenne en fonction du temps

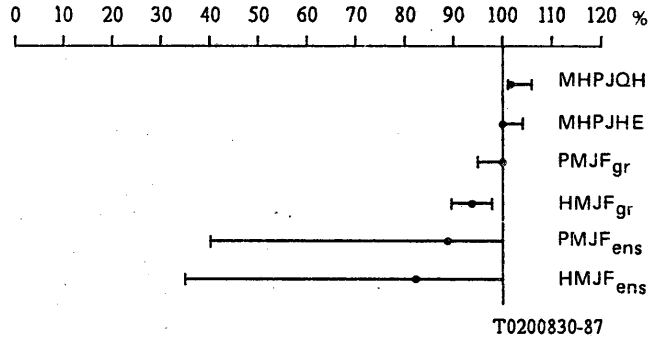


FIGURE A-2/E.500

Comparaisons au niveau des faisceaux de faisceaux

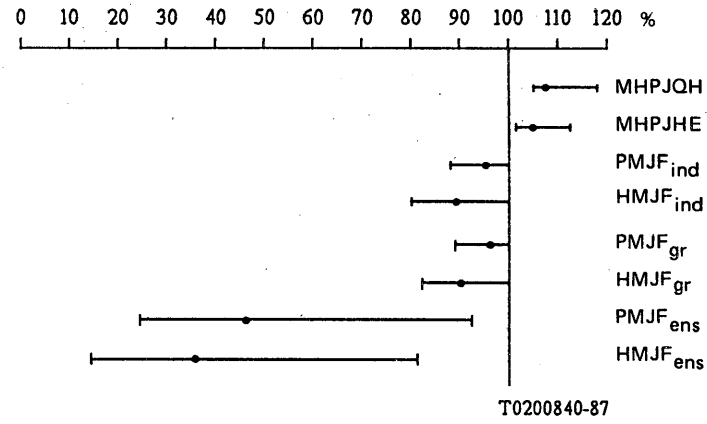


FIGURE A-3/E.500

Comparaison au niveau des faisceaux de circuits (faisceau de faisceaux 1)

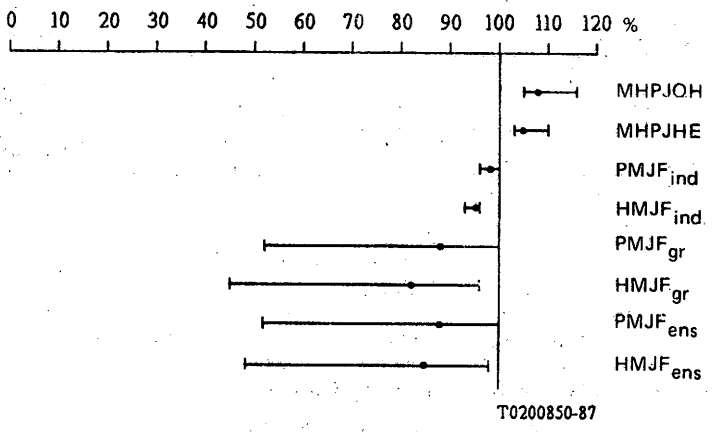


FIGURE A-4/E.500

Comparaison au niveau des faisceaux de circuits (faisceau de faisceaux 2)

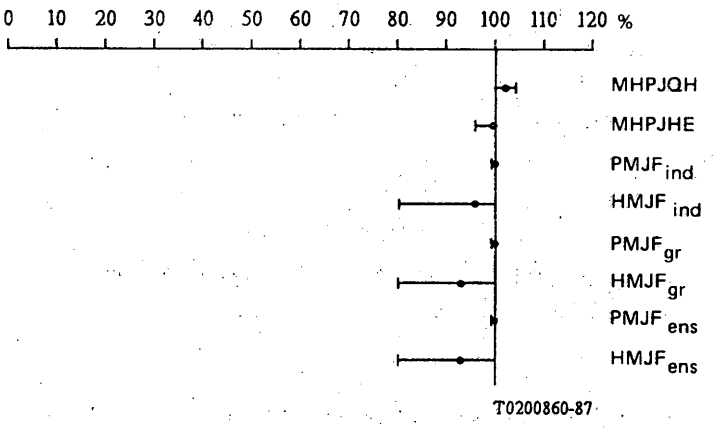


FIGURE A-5/E.500

Comparaison au niveau des faisceaux de circuits (faisceau de faisceaux 3)

Références

[1] PARVIALA (A.): The stability of telephone traffic intensity profiles and its influence on measurement schedules and dimensioning (with Appendix). 11e Congrès international de télétrafic, Kyoto 1985.

[2] Biometrika Tables for Statisticians, Table 9, Vol. 2. *Cambridge University Press*, 1972.

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 influer 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) 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.

b) Le trafic total écoulé sur le faisceau final est ventilé selon la destination, proportionnellement au nombre d'appels ayant abouti à chaque destination.

c) 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.

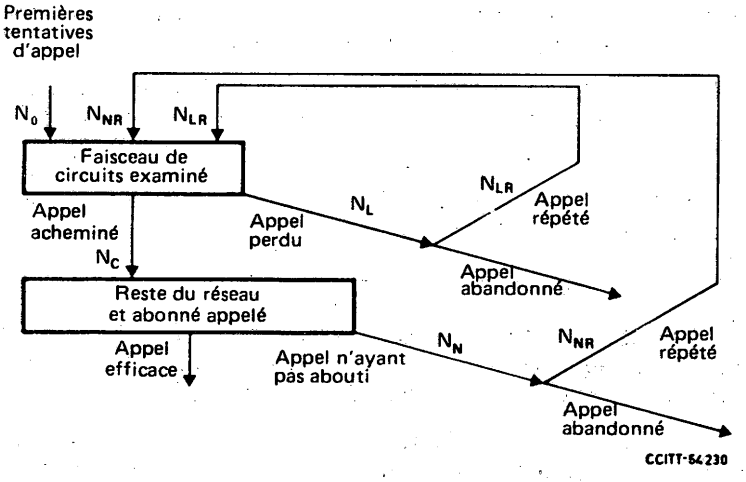
Supposons que

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

$W = \dfrac{N_{LR}}{N_L}$ 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).

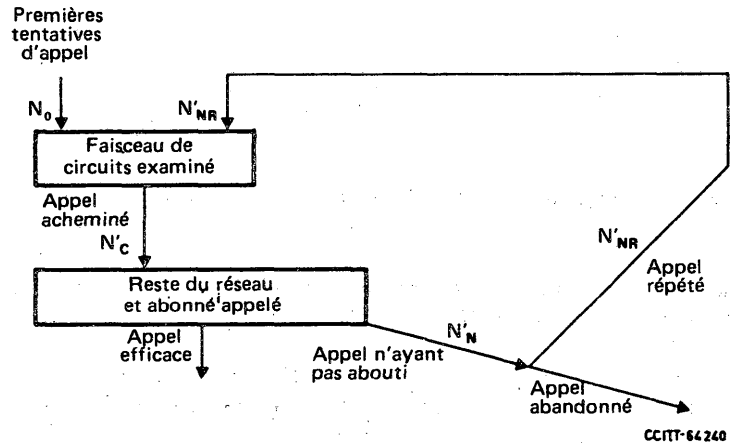


FIGURE A-2/E.501

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 $B \leqslant 0{,}2$ et $r' \geqslant 0{,}6$. 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.

Recommandation E.502

SPÉCIFICATIONS DES MESURES DE TRAFIC RELATIVES AUX COMMUTATEURS DE TÉLÉCOMMUNICATIONS À COMMANDE PAR PROGRAMME ENREGISTRÉ (SPC) (NUMÉRIQUES, NOTAMMENT)

1 Introduction

La présente Recommandation s'applique à tous les commutateurs de télécommunications à commande par programme enregistré (SPC) (numériques, notamment) fonctionnant dans un réseau téléphonique commuté et assurant des services téléphoniques de base. Elle servira de base pour les mesures effectuées dans un réseau numérique avec intégration des services (RNIS).

Les mesures de trafic effectuées sur les commutateurs et le réseau téléphonique environnant fournissent la base de données à partir de laquelle le dimensionnement, la planification, l'exploitation et la gestion du réseau téléphonique peuvent être menés à bien.

Les renseignements obtenus à partir de ces mesures peuvent être utilisés pour:

- identifier les schémas et les distributions de trafic sur la base d'une voie d'acheminement et d'une destination;
- déterminer le volume de trafic dans le commutateur et dans le réseau;
- contrôler la continuité du service et la qualité d'écoulement du trafic.

Les données et les renseignements ci-dessus sont rassemblés afin de faciliter les fonctions fondamentales suivantes:

a) dimensionnement, planification et administration du commutateur et du réseau environnant;
b) contrôle de la qualité de fonctionnement du commutateur et du réseau environnant;
c) gestion du réseau;
d) exploitation et maintenance du commutateur et du réseau environnant;
e) études de tarification et de commercialisation;
f) prévision;
g) dimensionnement, planification et administration du réseau de signalisation par canal sémaphore;
h) contrôle de la qualité de fonctionnement du réseau de signalisation par canal sémaphore.

Les informations produites par le commutateur (voir la Recommandation Q.544) peuvent être fournies à l'usager final en temps réel ou en différé (post-traitement). Les activités déployées par l'usager final détermineront la vitesse de cette réponse; par exemple, des informations en temps réel seront nécessaires pour l'exploitation et la maintenance, tandis que les informations concernant la prévision et la planification peuvent être fournies après l'événement, en différé.

Pour ces activités, on peut distinguer les trois principales étapes suivantes:

- production, collecte et enregistrement des données;
- analyse et traitement des données;
- présentation et utilisation des résultats de l'analyse.

On peut produire et rassembler des données brutes et en obtenir des résultats au moyen de mesures continues, périodiques ou non périodiques effectuées dans le commutateur.

L'analyse des données peut être effectuée par le commutateur SPC ou par un autre système en fonction des considérations suivantes:

- volume total de données;
- nécessité d'analyser les données fournies par plusieurs commutateurs;
- contraintes de charge du processeur.

Des renseignements supplémentaires sont fournis dans la Recommandation E.503.

2 Mesures du trafic

2.1 *Modèle de mesure du trafic*

Le présent § 2 établit la structure fondamentale d'un modèle de mesure du trafic qui peut s'appliquer aux mesures du trafic engendré par le service téléphonique de base.

Les mesures du trafic engendré par les services du RNIS et les systèmes de signalisation par canal sémaphore doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

Une mesure se définit par trois éléments de base: le temps, les entités et les objets. Le temps comprend tous les renseignements nécessaires pour définir le début, la durée et la périodicité d'une mesure. Les entités décrivent les quantités pour lesquelles les mesures doivent être faites. Les objets sont les divers éléments sur lesquels portent les mesures. On trouvera ci-après quelques exemples «d'identités» et «d'objets»:

Entités

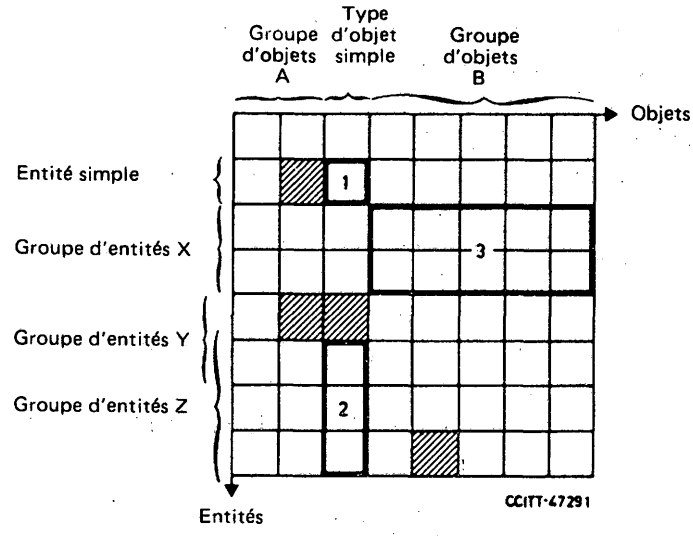
- volume du trafic
- nombre de tentatives d'appel
- nombre de prises
- nombre de tentatives d'appel ayant abouti
- nombre de tentatives d'appel pour lesquelles l'attente dépasse une valeur de seuil prédéterminée.

Objets

- faisceaux de lignes d'abonné
- faisceaux de circuits
- unités de commande communes
- dispositifs auxiliaires
- destinations
- canaux sémaphores
- points de transfert des signaux (PTS).

Les mesures sont classées par type, d'après la matrice de mesure dans laquelle chaque rangée représente une entité et chaque colonne représente un objet (voir la figure 1/E.502).

Un type de mesure est une combinaison particulière d'entités et d'objets correspondant à certaines données inscrites dans la matrice de mesure. Une partie de ces types de mesures peuvent être normalisés alors que les autres semblent dépendre du système et/ou de l'Administration. Il est à noter que les données figurant dans la matrice de mesure ne peuvent toutes être utilisées parce que certaines d'entre elles ne pourront être obtenues et que d'autres auront plus ou moins de signification. Dans tous les types de mesures, les entités sont prédéterminées encore que dans le cas de certaines applications, quelques-unes d'entre elles ne peuvent être mesurées. Certains objets forment une liste d'objets. Dans quelques types de mesures, la liste d'objets est prédéterminée. Dans d'autres, on peut choisir pour la mesure réelle une partie ou la totalité des objets autorisés. Un ensemble de mesures est un groupe de types de mesures.



Mesure type 1 : objet simple, entité simple
Mesure type 2 : objet simple, groupe d'entités Z
Mesure type 3 : groupe d'objets B, groupe d'entités X

Impossible ou sans signification

FIGURE 1/E.502

Matrice de mesure

2.2 *Structure des mesures du trafic*

Une mesure de trafic (appelée ci-après mesure) se compose:

- d'une information sur un ensemble de mesures;
- d'une information de temps;
- d'une information d'acheminement et de chronologie des données de sortie (paramètres de sortie).

L'information d'ensemble de mesures, l'information de temps et l'information d'acheminement et de chronologie des données de sortie peuvent être prédéterminées comme les listes d'objets. Il convient de noter que les caractéristiques de prédétermination dépendent du système. La périodicité et l'acheminement des données de temps peuvent aussi être fixés.

2.2.1 *Information sur un ensemble de mesures*

Cette information consiste en un ou plusieurs types de mesures choisis avec des objets définis (listes d'objets) et des paramètres dépendant du type de mesure (par exemple, intervalle d'échantillonnage, nombre d'événements d'une certaine catégorie, codes de destination, etc.).

2.2.2 *Information de temps*

Les mesures peuvent avoir une durée indéterminée (la date de fin de mesure n'est pas prédéterminée) ou avoir une durée prédéterminée, ou être effectuées en permanence. En outre, les mesures peuvent être effectuées de manière continue, ou de manière non continue.

Pour les mesures non continues de durée indéterminée, les jours d'enregistrement doivent être déterminés sur une base périodique (schéma de périodicité dans une semaine civile). Toutefois, pour les mesures de durée prédéterminée, les jours d'enregistrement doivent être déterminés sur une base périodique ou par définition préalable des dates des jours d'enregistrement (voir la figure 2/E.502).

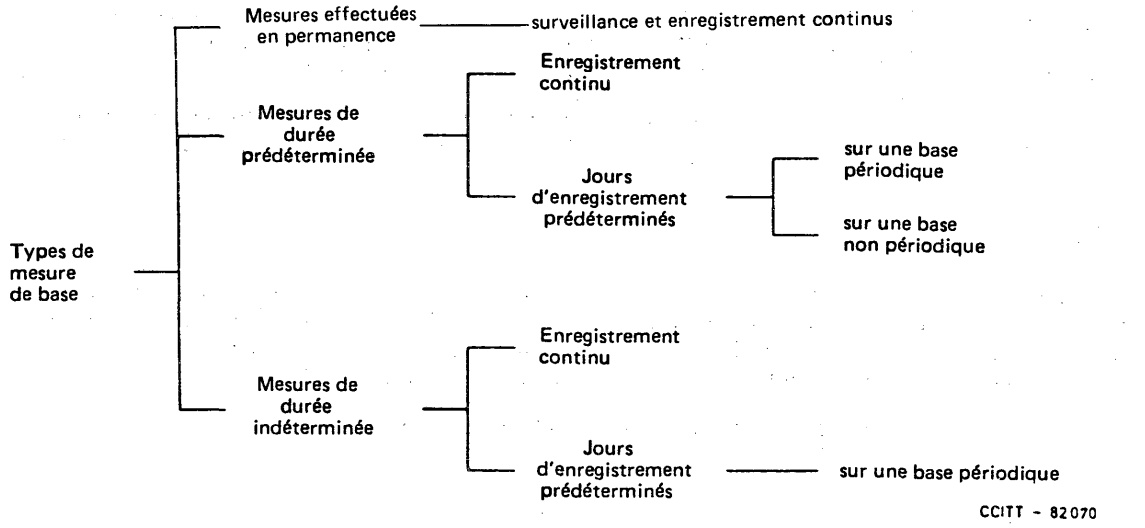


FIGURE 2/E.502

Comme indiqué à la figure 3/E.502, les données de temps sont définies à trois niveaux: niveau de la mesure, niveau du jour d'enregistrement et niveau de la période d'enregistrement.

Niveau de la mesure: contient l'information relative aux dates des jours d'enregistrement pour les mesures non périodiques ou un schéma de périodicité pour les mesures périodiques.

Niveau du jour d'enregistrement: contient une information relative à l'heure de début et de fin des périodes d'enregistrement au cours d'un jour d'enregistrement.

Niveau de la période d'enregistrement: contient une information relative à la périodicité de la collecte des données qui dépend de la période d'accumulation des résultats. Cette période d'accumulation peut être plus courte que la période d'enregistrement; dans ce cas, plus d'un ensemble de données est collecté pendant chaque période d'enregistrement en vue d'être acheminé vers les supports de sortie conformément au calendrier de sortie des résultats.

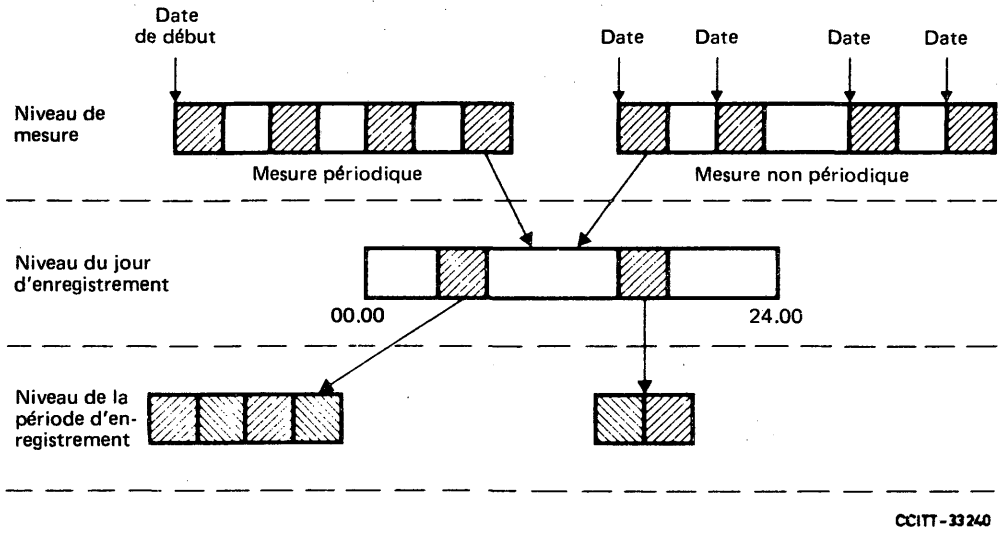


FIGURE 3/E.502

2.2.3 *Information d'acheminement et de chronologie des données de sortie*

L'information d'acheminement des données de sortie précise la destination vers laquelle les résultats de mesure obtenus doivent être acheminés pour l'enregistrement; l'acheminement des données de sortie peut se faire à destination d'un support physique (par exemple, imprimante) ou d'un support logique (par exemple, fichier).

L'information de chronologie des données de sortie définit le moment (jours et heure) où les résultats doivent être produits. La sortie de résultats peut être liée avec la fin de la période d'accumulation des résultats.

3 Flux de trafic

Chaque type de flux du trafic se produisant dans/à travers le commutateur peut être distingué par un signe désignant l'entrée[1] ou la sortie[2] du commutateur ou les deux à la fois. Les différents types de flux du trafic d'un commutateur de type général, c'est-à-dire d'un commutateur combinant les fonctions locales et de transit et assurant un service d'opératrice (téléphoniste), sont illustrés dans la figure 4/E.502.

Les relations suivantes s'appliquent aux flux de trafic énumérés dans la figure 4/E.502.

$$A = E + F + G + H + Z_1$$

$$B = I + J + K + L + Z_2$$

$$C = O + P$$

$$D = M + N + Z_3$$

où Z_1, Z_2 et Z_3 s'appliquent aux appels dont la numérotation est incomplète ou non valable, et

$$Q = M + F + K + O - d_1$$

$$R = N + G + L + P - d_2$$

$$S = H + J - d_3$$

$$T = E + I - d_4$$

où d_1, d_2, d_3 et d_4 s'appliquent aux appels qui n'aboutissent pas au commutateur, pour l'une des raisons suivantes:

a) toutes les sorties appropriées sont occupées ou non disponibles;

b) encombrement interne;

c) numérotation incomplète;

d) code de destination non valable;

e) interdiction/blocage du service (résultant, par exemple, des dispositions de gestion du réseau, ou du fonctionnement d'un service supplémentaire, par exemple, le service des abonnés absents, ou parce que ce service est interdit au demandeur et/ou au demandé).

Les types d'appel, à savoir les appels *provenant du système* et les appels *aboutissant au système* résultent du fonctionnement de certains services supplémentaires ou de services avec valeur ajoutée que le commutateur SPC assure en plus du service téléphonique classique. Dans le diagramme des flux du trafic représenté à la figure 4/E.502, les appels provenant du système et aboutissant au système sont désignés par les flux composites C et S, respectivement.

4 Types de mesures de base

4.1 *Considérations générales*

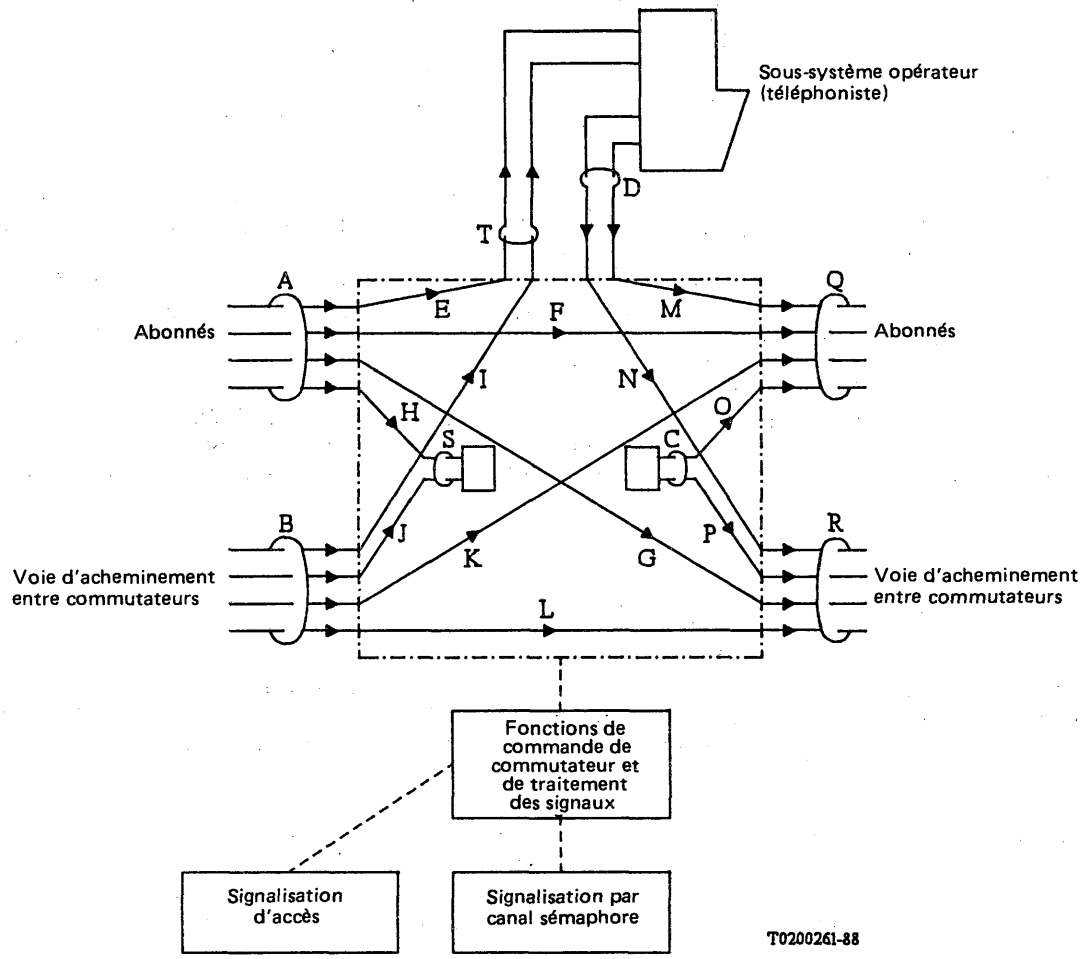
4.1.1 Il faudra fournir plus ou moins de détails selon les activités énumérées au § 1.

Pour fournir le volume de données nécessaire à chaque catégorie de trafic susmentionnée, on peut faire des mesures globales sur la totalité des lignes et/ou circuits d'abonné.

---

[1] L'entrée est le point situé sur ou dans les limites du commutateur où une tentative d'appel arrive ou se produit.

[2] La sortie est le point situé sur ou dans les limites du commutateur vers lequel une tentative d'appel présentant des informations de numérotation appropriées et valables sera normalement acheminée.



A — trafic de départ
B — trafic entrant
Q — trafic d'arrivée
R — trafic sortant
F — trafic interne
G — trafic sortant de départ
H — trafic de départ aboutissant au système
J — trafic entrant aboutissant au système
K — trafic entrant d'arrivée
L — trafic de transit

O — trafic d'arrivée provenant du système
P — trafic sortant provenant du système
S — trafic aboutissant au système
C — trafic provenant du système
T — trafic aboutissant à l'opérateur
D — trafic provenant de l'opérateur
E — trafic de départ aboutissant à l'opérateur
I — trafic entrant aboutissant à l'opérateur
M — trafic d'arrivée provenant de l'opérateur
N — trafic sortant provenant de l'opérateur

FIGURE 4/E.502

Diagramme des principaux types de flux du trafic

Dans la présente Recommandation, ces mesures globales ont été envisagées uniquement pour les types de trafic de *A* à *P* indiqués à la figure 4/E.502, mais pas pour les types de trafic *Q*, *R*, *S* et *T*, car il est possible, d'après les hypothèses avancées ci-dessus, d'obtenir les renseignements pertinents en tenant compte de la relation entre ces types de trafic et ceux qui ont fait l'objet des mesures. Il est reconnu que les résultats des mesures globales pourraient être fragmentés de manière à répondre aux besoins de diverses Administrations. Par exemple, dans un centre de commutation international de transit, les données de trafic mesurées sur la totalité des circuits entrants pourraient être divisées en données mesurées sur les circuits nationaux entrants et sur les circuits internationaux entrants, qui à leur tour pourraient être différenciées d'après les différenciées selon les pays.

On peut obtenir des renseignements plus détaillés sur les données de trafic relatives à la qualité de fonctionnement du commutateur et du réseau environnant au moyen de mesures effectuées sur certains ensembles de faisceaux de circuits, faisceaux de lignes d'abonné, canaux sémaphores, PTS et unités auxiliaires et de commande.

On peut obtenir des données de trafic très détaillées d'après l'analyse des relevés de communications.

Ces relevés de communications doivent être produits par le central et contenir toutes les données (par exemple, heure d'apparition de l'événement de signalisation, chiffres composés, etc.) caractérisant chaque tentative d'appel.

Les types de mesures de base sont énumérés au § 4.2 ci-dessous.

Leur possibilité d'application dépend de la fonction du centre de commutation (local, de transit, international, etc.).

Les fabricants et les Administrations doivent prendre acte du fait que la liste des types de mesures de base est établie à partir du modèle de mesure du trafic décrit à la figure 4/E.502. Il n'est pas prévu que chaque système de centre de commutation contienne tous les types de mesures. Ces derniers dépendent du commutateur et du système et ils aident à déterminer le type de mesure nécessaire pour remplir diverses fonctions. On peut les regrouper en quelques ensembles de mesures pour pouvoir répondre aux besoins de certains types de centres de commutation (par exemple, locaux). En particulier, les Administrations peuvent considérer que l'utilisation d'un petit nombre de types de mesures leur permet de satisfaire la plupart de leurs besoins.

Aucun type de mesure ne saurait être réservé exclusivement à un usager ou satisfaire un besoin unique. Plusieurs usagers peuvent avoir besoin de la même information en même temps, présentée de manière différente. A titre d'exemple, la mesure du type 22 est indispensable à la fois pour la gestion du réseau et pour l'ingénierie du trafic.

4.1.2 *Considérations relatives à la gestion du réseau*

4.1.2.1 Dans les Recommandations de la série E.140, on trouvera des renseignements sur la gestion du réseau. La gestion du réseau exige une surveillance et des mesures en temps réel de l'état et du fonctionnement du réseau et, lorsque cela est nécessaire, des actions à entreprendre d'urgence pour régler l'écoulement du trafic.

4.1.2.2 *Rapports sur la qualité de fonctionnement*

Des rapports sur la qualité de fonctionnement peuvent être fournis par le centre de commutation et/ou son système d'exploitation pour la gestion du réseau comme indiqué ci-après, selon les besoins de l'Administration:

i) Données automatiques – ces données sont fournies automatiquement de la manière spécifiée dans le programme du commutateur ou du système d'exploitation.

ii) Données prévues – ces données sont fournies selon un calendrier établi par le responsable du réseau.

iii) Données à la demande – ces données ne sont fournies qu'en réponse à une demande précise de la part du responsable du réseau. En plus des données relatives à la qualité de fonctionnement, ce type de données comprend des données de référence, telles que le nombre de circuits fournis ou disponibles pour le service, les informations concernant l'acheminement, les valeurs de seuil assignées, le nombre d'éléments installés dans le système de commutation, etc.

iv) Données fournies exceptionnellement – ces données sont fournies lorsqu'un comptage ou un canal des données dépasse un seuil établi par le responsable du réseau.

Les rapports de données peuvent être établis à intervalles de 5, 15 ou 30 minutes. L'intervalle spécifique pour chaque rapport de données sera déterminé par le responsable du réseau. Des données concernant les deux ou trois périodes précédentes (5, 15 ou 30 minutes) doivent également être disponibles.

4.1.2.3 Afin d'obtenir des renseignements et d'appliquer les méthodes qui peuvent permettre de réduire l'encombrement des centres de commutation, les Administrations doivent veiller à donner le degré de priorité le plus élevé possible aux terminaux et aux fonctions pour la gestion du réseau afin que les opérations de gestion du réseau puissent être assurées sans interruption.

4.1.2.4 Des informations doivent être disponibles pour toutes les instances nécessaires (par exemple, le centre de gestion du réseau, le personnel du centre de commutation) pour leur indiquer les commandes de gestion du réseau, exposées dans la Recommandation E.412, qui sont actuellement en service, et leur faire savoir si les commandes en question ont été activées par des moyens manuels ou automatiques.

4.1.3 *Ingénierie du trafic*

La Recommandation E.500 contient des renseignements relatifs aux mesures effectuées pour la planification. On s'y référera pour obtenir des informations supplémentaires concernant les critères applicables à la durée des mesures pendant l'année et la journée, aux intervalles entre les rapports de données, etc.

4.2 *Mesures*

4.2.1 *Mesures globales*

Type 1: Mesures globales du trafic de départ (A)

Objet: Totalité des lignes d'abonné

Entités:

a) Nombre de prises de départ

b) Nombre de tentatives d'appel non acheminées en raison:
   i) d'une absence de numérotation (y compris le signal permanent)
   ii) d'une numérotation incomplète[3)]
   iii) d'une adresse non valable

c) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne[4)].

Type 2: Mesures globales du trafic interne ($E + F + H$)[5)]

Objet: Totalité des lignes d'abonné

Entités:

a) Nombre de prises internes

b) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne

c) Nombre de tentatives d'appel:
   i) avec demandé occupé
   ii) avec demandé libre/pas de réponse[6)]
   iii) avec réponse
   iv) ligne en dérangement
   v) numéro national non attribué
   vi) abonné transféré

d) Nombre de tentatives d'appel n'ayant pas abouti par suite d'une numérotation incomplète[5)].

Type 3: Mesures globales du trafic sortant de départ (G)

Objet: Totalité des lignes d'abonné

Entités:

a) Nombre de prises de départ

b) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne

c) Nombre de tentatives d'appel en débordement sur la voie d'acheminement de dernier choix

d) Nombre de tentatives d'appel ayant abouti:
   i) sans réponse[7)]
   ii) réponse ou impulsion(s) de taxation

e) Nombre de tentatives d'appel n'ayant pas abouti par suite d'une numérotation incomplète[3)].

---

3) Nombre de chiffres insuffisants pour faire la distinction entre un appel interne et un appel sortant.

4) Si possible, ventilation par raison d'encombrement, par exemple, c-1 blocage sur le réseau de commutation, c-2 indisponibilité de ressources communes, c-3 dérangements du système.

5) La ventilation des entités peut être faite d'après les flux de trafic pertinents.

6) Expiration d'une temporisation ou abandon de la part du demandeur.

7) Expiration d'une temporisation ou abandon de la part du demandeur ou du demandé occupé.

Type 4: Mesures globales du trafic entrant (B)

Objet: Totalité des circuits entrants et des circuits à double sens

Entités:

a) Nombre de prises entrantes

b) Nombre de tentatives d'appel non acheminées par suite:
   i) d'une numérotation incomplète[8)]
   ii) d'une adresse non valable

c) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne.

Type 5: Mesures globales du trafic entrant d'arrivée ($I + J + K$)[9)]

Objet: Totalité des circuits entrants et des circuits à double sens

Entités:

a) Nombre de prises entrantes d'arrivée

b) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne

c) Nombre de tentatives d'appel ayant abouti:
   i) avec demandé occupé
   ii) avec demandé libre/sans réponse
   iii) avec réponse ou impulsion(s) de taxation

d) Nombre de tentatives d'appel n'ayant pas abouti par suite d'une numérotation incomplète.

Type 6: Mesures globales du trafic de transit (L)

Objet: Totalité des circuits entrants et des circuits à double sens

Entités:

a) Nombre de prises de transit entrantes

b) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne

c) Nombre de tentatives d'appel en débordement sur la voie d'acheminement de dernier choix

d) Nombre de tentatives d'appel ayant abouti:
   i) sans réponse[10)]
   ii) sans réponse ou impulsion(s) de taxation

e) Nombre de tentatives d'appel n'ayant pas abouti par suite d'une numérotation incomplète[10)].

Type 7: Mesures globales du trafic provenant du système ($O + P$)[9)]

Objet: Système du centre de commutation

Entités:

a) Nombre de prises provenant du système

b) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne

c) Nombre de tentatives d'appel ayant abouti:
   i) avec demandé occupé ou aucune sortie libre
   ii) avec demandé libre/pas de réponse (pour O)
   iii) avec réponse.

---

8) Nombre de chiffres insuffisants pour faire la distinction entre un appel interne et un appel sortant.

9) La ventilation des entités peut être faite d'après les flux de trafic pertinents.

10) Expiration d'une temporisation ou réception d'un signal de libération.

Type 8: Mesures globales du trafic provenant de l'opérateur ($M + N$)[11]

Objet: Totalité des circuits de la table d'opérateur

Entités:

a) Nombre de prises provenant de l'opérateur

b) Nombre de tentatives d'appel n'ayant pas abouti par suite:
   i) de numérotation incomplète
   ii) d'adresse non valable
   iii) d'encombrement interne

c) Nombre de tentatives d'appel ayant abouti:
   i) avec demandé occupé ou aucune sortie libre
   ii) avec demandé libre/pas de réponse (pour M)
   iii) avec réponse.

4.2.2 *Mesures de trafic sur certains objets*

Type 9: Mesures du trafic entrant

Objet: Chacun des faisceaux de circuits entrants et des faisceaux de circuits à double sens

Entités:

a) Nombre de prises entrantes
b) Volume de trafic
c) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement interne[12]
d) Nombre de circuits en service
e) Nombre de circuits hors service.

Type 10: Mesures de trafic sortant

Objet: Chacun des faisceaux de circuits sortants et des faisceaux de circuits à double sens

Entités:

a) Nombre de prises sortantes
b) Volume de trafic
c) Nombre de tentatives d'appel en débordement
d) Nombre de prises ayant obtenu une réponse
e) Nombre de circuits en service
f) Nombre de circuits hors service
g) Nombre de prises doubles (circuits à double sens seulement).

Type 11: Mesures du trafic de destination des voies d'acheminement

Objet: Pour les destinations sur chacun des faisceaux de circuits sortants et des faisceaux de circuits à double sens

Entités:

a) Nombre de prises de circuits sortants
b) Nombre de tentatives d'appel effectives
c) Volume du trafic
d) Nombre de tentatives d'appel perdues par suite d'encombrement sur le faisceau de circuits
e) Origine (identité du faisceau de circuits entrants) s'il y a lieu.

---

[11] La ventilation des entités peut être faite d'après les flux de trafic pertinents.

[12] Si possible, ventilation par raison d'encombrement, par exemple, c-1 blocage sur le réseau de commutation, c-2 indisponibilité de ressources communes, c-3 dérangements du système.

Type 12: Mesures sur les faisceaux de lignes d'abonné

Objet: Ensemble de lignes composant une unité fonctionnelle

Entités:

a) Volume du trafic de départ
b) Volume du trafic d'arrivée
c) Nombre de prises de départ
d) Nombre de prises d'arrivée
e) Nombre de tentatives d'appel d'arrivée.

Type 13: Mesures sur des unités auxiliaires [13]

Objet: Certains groupes d'unités auxiliaires

Entités:

a) Nombre de prises
b) Volume du trafic
c) Nombre de tentatives d'appel auxquelles il n'est pas donné suite
d) Nombre d'unités en service
e) Nombre d'unités hors service.

4.2.3 *Mesures sur la ou les unités de commande*

Type 14: Mesures sur la ou les unités de commande

Objet: Unité(s) de commande

Ces mesures dépendent beaucoup du système; on ne peut donc faire aucune recommandation spécifique sur les entités à mesurer. Toutefois, il est indispensable que les systèmes comportent des dispositions permettant de déterminer l'utilisation des unités de commande selon les besoins du dimensionnement, de la planification et du contrôle de la qualité d'écoulement du trafic du commutateur.

4.2.4 *Mesures sur des relevés de communications* [14]

Type 15: Dispersion et durée du trafic

Objet: Prises de départ (par abonné, système de centre de commutation, opérateur) et/ou entrantes ($A + B + C + D$)

Entités:

a) Origine ou entrée (abonné local, système de centre de commutation ou faisceau de circuits entrants ou à double sens)
b) Heure de prise d'entrée
c) Chiffres composés
d) Caractéristiques de service de la tentative d'appel [15] pour une tentative d'appel ayant abouti
e) Identité de la sortie du commutateur
f) Heure de prise de sortie
g) Heure d'apparition de la tentative d'appel à la sortie du commutateur
h) Heure du signal de numéro complet (si disponible)
i) Heure du signal de réponse
j) Heure de libération de la sortie
k) Heure de libération de l'entrée.

---

[13] Par unité auxiliaire, on entend récepteurs à code multifréquence (CMF), circuits de tonalité, etc.

[14] La collecte de la totalité des tentatives d'appel pourrait constituer une charge excessive pour les ressources du système SPC. En conséquence, ces mesures pourraient être effectuées par échantillonnage.

[15] La tentative d'appel utilise ou cherche à utiliser n'importe quel service supplémentaire du centre de commutation; dans ce cas, il faut que ce service supplémentaire soit spécialement indiqué.

Type 16: Evaluation de la qualité de service

Objet: Prises de départ (par abonné, système de centre de commutation, opératrice) et/ou entrantes ($A + B + C + D$)

Entités:

a) Source ou entrée (abonné local, système de centre de commutation) ou faisceau de circuits entrants ou à double sens entre centres de commutation

b) Heure des prises d'entrée

c) Chiffres composés

Pour les tentatives d'appel n'ayant pas abouti: causes particulières d'échec

d) Pas de numérotation

e) Numérotation incomplète

f) Adresse non valable

g) Pas de sortie libre

h) Encombrement interne

i) Activité de gestion du réseau

Pour une tentative d'appel ayant abouti

j) Choix de l'ordre d'acheminement (premier, deuxième, ..., dernier choix) (lorsqu'on considère les tentatives d'appel répétées automatiques et/ou les réacheminements)

k) Heure du signal de numéro complet (abonné libre quelconque, abonné occupé, encombrement vers l'arrière) (si disponible)

l) Résultat des tentatives d'appel (réponse, libération due à l'abandon, libération due à l'encombrement).

4.2.5 *Contrôle de la qualité d'écoulement du trafic relative à l'attente*

La mesure des attentes communication par communication pourrait imposer de graves contraintes au centre de commutation sur le plan des coûts. Etant donné que du point de vue statistique, une très grande précision n'est pas nécessaire, des méthodes d'échantillonnage ou des communications d'essai peuvent suffire à répondre aux besoins du contrôle de la qualité d'écoulement du trafic. Ces types de mesure sont donc énumérés séparément, même si les types 16 et 17 devraient figurer au § 4.1 et le type 18 au § 4.2.

4.2.5.1 *Par centre de commutation*

Type 17: Contrôle global des paramètres de qualité d'écoulement du trafic relative à l'attente

Objet: Totalité des lignes d'abonné

Entités:

a) Nombre total de prises de départ

b) Nombre total de prises de départ pour lesquelles les renseignements nécessaires à l'établissement d'une connexion à travers le commutateur sont disponibles pour traitement dans le central

c) Nombre total de prises de départ pour lesquelles des renseignements d'adresse suffisants ont été reçus, puis envoyés à un certain faisceau de circuits sortants; le signal de prise ou les renseignements d'adresse correspondants sont alors adressés au centre de commutation suivant

d) Nombre total de prises de départ pour lesquelles l'attente de tonalité de numérotation dépasse une valeur de seuil prédéterminée

e) Prises déjà comptées en b) pour lesquelles le temps d'établissement du commutateur dépasse la valeur de seuil prédéterminée

f) Prises déjà comptées en c) pour lesquelles le temps d'établissement de la communication dépasse une valeur de seuil prédéterminée.

Type 18: Contrôle global des paramètres de qualité d'écoulement du trafic relative à l'attente

Objet: Totalité des faisceaux de circuits entrants ou à double sens

Entités:

a) Nombre total de prises entrantes

b) Nombre total de prises entrantes pour lesquelles les renseignements nécessaires à l'établissement d'une connexion à travers le commutateur sont disponibles pour traitement dans le centre de commutation pour un certain faisceau de circuits

c) Nombre total de prises entrantes pour lesquelles des renseignements d'adresse suffisants ont été reçus, puis adressés à un certain faisceau de circuits sortants; le signal de prise ou les renseignements d'adresse correspondants sont alors envoyés au centre de commutation suivant

d) Nombre total de prises entrantes pour lesquelles la durée de présélection dépasse une valeur de seuil prédéterminée

e) Prises déjà comptées en b) pour lesquelles le temps d'établissement du commutateur dépasse une valeur de seuil prédéterminée

f) Prises déjà comptées en c) pour lesquelles le temps d'établissement de la communication dépasse une valeur de seuil prédéterminée.

4.2.5.2 *Par faisceau de circuits*

Type 19: Contrôle des paramètres de qualité d'écoulement du trafic relative à l'attente

Objet: Chacun des faisceaux de circuits entrants ou des faisceaux de circuits à double sens

Entités:

a) Nombre total de prises entrantes

b) Nombre total de prises entrantes pour lesquelles les renseignements nécessaires à l'établissement d'une connexion à travers le commutateur sont disponibles pour traitement dans le centre de commutation pour un certain faisceau de circuits

c) Nombre total de prises entrantes pour lesquelles des renseignements d'adresse suffisants ont été reçus, puis adressés à un certain faisceau de circuits sortants; le signal de prise ou les renseignements d'adresse correspondants sont alors envoyés au centre de commutation suivant

d) Nombre total de prises entrantes pour lesquelles la durée de présélection dépasse une valeur de seuil prédéterminée

e) Prises déjà comptées en b) pour lesquelles le temps d'établissement du commutateur dépasse une valeur de seuil prédéterminée

f) Prises déjà comptées en c) pour lesquelles le temps d'établissement de la communication dépasse une valeur de seuil prédéterminée.

4.2.6 *Contrôle du comportement du réseau*

Type 20: Gestion du réseau

Objet: Commutateur global et ses principaux éléments, par exemple, processeur

Entités:

a) Tentatives de prise

b) Longueur des files d'attente d'appels entrants et débordements

c) Nombre et pourcentage des tentatives de prise subissant des retards de commutation

d) Pourcentage de la capacité du processeur disponible ou utilisée

e) Mesures des retards à travers le commutateur

f) Perte dans le système de commutation

g) Comptage des appels bloqués par les actions visant à réduire automatiquement la charge.

Type 21: Gestion du réseau [16)]

Objet: Système de signalisation par canal sémaphore et canaux sémaphores

Entités:

a) Comptage des trames sémaphores et pourcentage d'occupation des canaux sémaphores

b) Comptage des messages initiaux d'adresse (MIA) sortants et des signaux de réponse entrants [avec taxation (RAT) et sans taxation (RST)]

16) Bien que ce type de mesure soit spécifié pour la gestion du réseau, il est également nécessaire pour l'ingénierie du trafic.

c) Comptage des messages initiaux d'adresse (MIA) entrants et des signaux de réponse sortants (RAT et RST)

d) Comptage des passages sur canal sémaphore de réserve

e) Comptage de la fréquence d'apparition et de la durée des conditions de débordement du tampon du terminal

f) Comptage des indications d'encombrement du faisceau de circuits (EFC), d'encombrement du réseau national (ERN) et/ou d'encombrement de l'équipement de commutation (EEC) émises et reçues sur le canal sémaphore

g) Comptage des appels ayant subi un débordement ou perdus par suite de débordement du tampon du terminal

h) Comptage des signaux d'ordre de transfert interdit (TIO) émis et reçus sur le canal sémaphore.

Type 22: Gestion du réseau

Objet: Chacun des faisceaux de circuits

Entités:

a) Tentatives de prise

b) Prises – sortantes et entrantes

c) Signaux de réponse reçus

d) Débordements

e) Trafic écoulé

f) Nombre de circuits mis en occupation pour le trafic

g) Tentatives de prise de transit

h) Prises de transit entrantes

i) Comptage des appels affectés par les commandes de gestion du réseau, par type de commande.

Type 23: Gestion du réseau

Objet: Destinations

Entités:

a) Tentatives de prise

b) Prises

c) Signaux de réponse reçus

d) Débordements

e) Comptage des appels affectés par les commandes de gestion du réseau, par type de commande (*Remarque* – Comprend les blocs de code et l'échelonnement des communications).

4.2.7 *Mesure de la qualité de fonctionnement des systèmes de signalisation par canal sémaphore*

Des mesures du type 21 (voir le § 4.2.6) sont nécessaires. Les autres types de mesures doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

4.2.8 *Mesure du réseau numérique avec intégration des services et de ses services*

Pour complément d'étude.

5 Recommandations connexes

L'utilisation de l'analyse des résultats dépend des procédures utilisées dans chaque Administration. On trouvera ci-après la liste des Recommandations existantes qui couvrent de nombreux aspects relatifs à l'exploitation. Cette liste, fournie à titre indicatif ne saurait être exhaustive.

- La Recommandation E.500 définit les principes relatifs à la mesure de l'intensité du trafic.
- La Recommandation E.175 définit le modèle de réseau utilisable aux fins de la planification.
- Les Recommandations de la série E.410 portent sur la gestion du réseau.

- Les Recommandations de la série E.420 portent sur le contrôle de la qualité du service téléphonique international.
- La Recommandation E.506 définit les méthodes de prévision du trafic téléphonique international.
- La Recommandation E.543 définit la qualité d'écoulement du trafic dans les centres numériques internationaux.
- La Recommandation E.503 définit l'analyse des données relatives aux mesures du trafic.
- La Recommandation E.504 définit la gestion des mesures du trafic.
- Les Recommandations de la série O décrivent les spécifications des appareils de mesure.
- Les Recommandations de la série M portent sur de nombreux aspects de la maintenance des systèmes de transmission et des circuits téléphoniques internationaux.
- Les Recommandations de la série Q traitent de tous les aspects de la signalisation par canal sémaphore.
- La Recommandation Q.544 porte sur les mesures des centres de commutation.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.502)

La présente annexe a pour objet de déterminer les mesures qu'il convient d'effectuer dans les commutateurs et les critères nécessaires pour satisfaire aux spécifications de base concernant les mesures; elle est destinée à aider les concepteurs de commutateurs à s'assurer que ces mesures sont effectuées.

Etant donné qu'un commutateur numérique SPC est composé essentiellement de logiciels avec quelques entités physiques que l'on peut considérer comme des points de mesure, il n'est pas possible de spécifier avec précision à quel endroit les mesures doivent être faites. Toutefois, la classification des types de mesures de base énumérés au § 4.2 doit permettre d'établir une distinction entre les événements qui se produisent:

i) entre un abonné ou un nœud de commutateur précédent et un commutateur d'arrivée;

ii) entre un commutateur et un autre nœud de commutateur ou un abonné;

iii) dans un commutateur.

Dans les trois secteurs indiqués ci-dessus, il est nécessaire de pouvoir, d'une part, enregistrer les entités indépendamment dans chaque secteur et, d'autre part, associer les entités entre secteurs.

Les entités enregistrées sont les suivantes:

- tentatives d'appels,
- prises,
- appels ayant abouti,
- tentatives d'appel sur un réseau encombré,
- volume de trafic.

Un centre de commutation doit classer les tentatives d'appel n'ayant pas abouti selon la cause de l'échec. Toutefois, les renseignements dont dispose pour cela le centre de commutation peuvent dépendre du système de signalisation utilisé et de la fonction et de la position du centre de commutation dans le réseau en ce qui concerne les tentatives d'appel infructueuses.

Il convient de noter que la mesure du type 15 est un enregistrement d'appel qui doit être produit entièrement à l'intérieur du système de commutateur. En outre, les mesures de types 20, 21, 22 et 23, sont régies par des critères de gestion du réseau légèrement différents.

Tous les types de mesures de base doivent pouvoir être combinés pour constituer un programme de mesure unique répondant aux besoins d'une Administration. Il faut également pouvoir diffuser à plusieurs usagers des renseignements concernant les résultats des mesures. Par exemple, les mesures peuvent être effectuées de manière continue pour les besoins d'ingénierie du trafic et, à un moment donné, par exemple pendant une heure, des mesures du même type peuvent être nécessaires pour la maintenance. Les résultats et les enregistrements de ces deux mesures ne doivent pas se chevaucher ou recouper d'autres mesures effectuées au même moment, par exemple pour la gestion du réseau.

ANALYSE DES DONNÉES DES MESURES DE TRAFIC

1 Introduction

L'objet des mesures de trafic est de fournir des données à l'Administration qui lui permettent de planifier, de concevoir et de gérer son réseau. Les données mesurées ainsi obtenues peuvent être utilisées pour faciliter les diverses activités énoncées dans la Recommandation E.502. Afin de réduire le travail de transfert des données et de traitement en différé, on peut utiliser le commutateur ou le système d'exploitation pour effectuer des analyses préliminaires, afin:

- d'éliminer les valeurs de données inutiles;
- de remplacer d'une manière appropriée les valeurs manquantes ou erronées;
- d'effectuer des calculs simples sur les valeurs des entités de mesure de base afin d'établir des valeurs de paramètre caractéristiques du trafic;
- de stocker certaines valeurs mesurées ou calculées dans des fichiers de données du trafic;
- de produire des rapports imprimés commodes pour l'usager.

Pour chaque objet de mesure, il existe un fichier de données dans lequel sont stockées un certain nombre de valeurs du trafic. Il existe également des valeurs calculées, par exemple, la moyenne glissante, qui peuvent être mémorisées et mises à jour dans ce fichier de données.

Les fonctions internes de l'analyse ne sont pas spécifiées ici. Elles dépendent des caractéristiques des résultats de sortie qui sont précisées par l'Administration. Une méthode acceptable pourrait être de rassembler et de stocker les données en temps réel, soit dans un fichier de base de données provisoires, soit directement dans le fichier de données de trafic, puis de faire les calculs et d'imprimer les résultats pendant les périodes de faible activité de traitement du commutateur. Une autre possibilité est de transférer les fichiers sur un système de traitement autonome afin de réduire la charge du commutateur.

2 Applications potentielles

Pour obtenir le volume de données nécessaires à l'analyse des données relatives au trafic et à l'exploitation, on peut faire des mesures globales sur la totalité des lignes d'abonné et/ou des circuits.

On peut obtenir des renseignements plus précis sur les données de trafic relatives à la qualité de fonctionnement du commutateur et du réseau environnant au moyen de mesures effectuées sur certains ensembles de faisceaux de circuits, faisceaux de lignes d'abonné, liaisons sémaphores et unités auxiliaires et de commande.

On peut obtenir des données de trafic très détaillées d'après l'analyse des fichiers de communications. Ces fichiers doivent être constitués par le commutateur et contenir toutes les données (par exemple, l'heure d'apparition de l'événement de signalisation, chiffres composés, etc.) qui caractérisent chaque tentative d'appel.

Les relations entre les mesures susmentionnées et leurs applications potentielles sont indiquées au tableau 1/E.503. Les types de mesures de base sont donnés dans la Recommandation E.502. Leurs possibilités d'application dépendent de la fonction du centre de commutation (local, de transit, international, etc.).

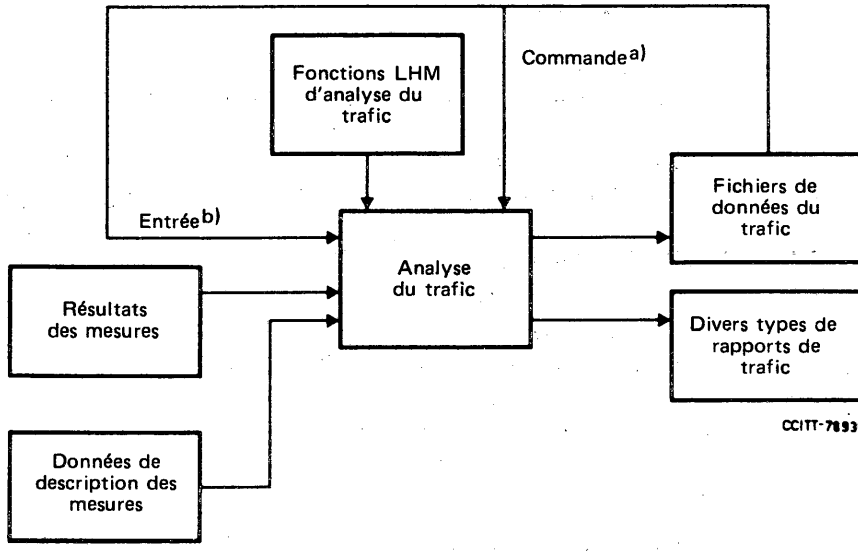
3 Modèle d'analyse du trafic

Pour tenir compte de la diversité des mesures, il existe toute une gamme d'analyses, dont certaines sont effectuées de manière permanente jour après jour. Pour une mesure donnée, il existe une ou plusieurs analyses pour lesquelles les données mesurées sont écrites dans des fichiers déterminés et figurent dans la liste des mesures à effectuer en tant que mesures logiques. Ces fichiers sont des fichiers d'entrée du point de vue de l'analyse du trafic et le processus peut être considéré comme une transformation des entités de mesures en renseignements de sortie nécessaires à l'analyse de trafic pour prendre diverses décisions.

Ainsi, divers critères de dimensionnement et de vérification de la qualité d'écoulement du trafic peuvent être établis à l'aide d'une ou de plusieurs analyses. Un tableau schématique du flux d'information est présenté dans la figure 1/E.503 sous forme d'organigramme.

TABLEAU 1/E.503

Applications potentielles / Base de mesures	Dimensionnement planification et administration du commutateur	Dimensionnement planification et administration du réseau	Contrôle de la qualité du fonctionnement du commutateur	Contrôle de la qualité du fonctionnement du réseau	Appui à la maintenance	Gestion du réseau	Etudes de tarification et de commercialisation
Trafic global	X	X	X	X	X	X	
Faisceaux de circuits	X	X	X	X	X	X	
Faisceaux de lignes d'abonné	X		X				
Unités auxiliaires	X		X		X		
Unités de commande	X		X		X	X	
Signalisation par canal sémaphore	X	X	X	X	X	X	
Fichiers de communications	X	X	X	X	X	X	X



a) Les valeurs du trafic contenues dans le fichier de données peuvent avoir une incidence sur les fonctions internes.

b) Il existe un fichier de données du trafic pour chaque objet de mesure faisant partie de l'analyse. Les valeurs du trafic écoulé ainsi que les valeurs calculées sont utilisées comme données d'entrée lors de la mise à jour du contenu du fichier lorsqu'on introduit une nouvelle valeur de trafic.

FIGURE 1/E.503

Organigramme des flux d'information associés à l'analyse du trafic

Chaque analyse de trafic est fondée sur les renseignements suivants:

- identité des mesures connexes,
- valeurs des paramètres qui peuvent être choisies en fonction de l'usager pour définir l'option souhaitée ou le mode d'analyse,
- dates du type de rapport pour lequel l'usager doit définir le calendrier d'impression,
- dispositifs de sortie pour tous les types de rapport.

4 Gestion de l'analyse du trafic

4.1 Pour gérer l'analyse du trafic, l'opérateur doit accomplir une série d'activités et le système doit pouvoir assurer ces activités par des fonctions appropriées du système, comme suit:

4.2 *Liste des tâches*

La liste suivante n'est pas complète, mais elle indique les principales activités de l'opérateur dans le domaine de la gestion de l'analyse du trafic:

a) définir les valeurs des paramètres figurant dans la liste de paramètres de l'analyse et modifier les anciennes valeurs;

b) définir les dates de chaque type de rapport dans la liste de dates des rapports et modifier cette liste;

c) définir l'acheminement de sortie de chaque type de rapport par une liste d'acheminement de sortie et modifier les dates;

d) activer et/ou désactiver l'exécution de l'analyse;

e) extraire différents types d'information liés à l'analyse existante du trafic;

f) gérer les fichiers de données de trafic de l'objet de mesure faisant partie de l'analyse.

4.3 *Liste des fonctions du système*

Le système doit offrir les fonctions suivantes pour faciliter l'exécution des tâches de l'opérateur et de l'analyse proprement dite:

a) transfert des données mesurées vers l'analyse;

b) chronologie des diverses fonctions dans l'analyse, c'est-à-dire calcul à la fin de la journée, imprimé du rapport sur les dates des rapports, etc.;

c) gestion des fichiers de données de trafic;

d) gestion des données de description de l'analyse;

e) transfert de l'information d'identification et de capacité de l'objet de mesure vers l'analyse, par exemple, le titre d'un faisceau de circuits et le nombre de circuits qui lui sont attribués[1];

f) gestion de l'imprimé des rapports;

g) commande de supervision du temps nécessaire pour les diverses opérations associées à l'analyse.

4.4 *Liste des fonctions du langage homme-machine (LHM)*

Il s'agit ci-après seulement d'une liste préliminaire des fonctions du LHM; les spécifications complètes de ces fonctions figureront dans les Recommandations de la série Z:

- définir les paramètres d'analyse;
- définir une liste des dates des rapports;
- définir une liste d'acheminement de sortie;
- gérer des fichiers de données de trafic;
- activer une analyse du trafic;
- désactiver une analyse du trafic;
- interroger une analyse du trafic;
- interroger une analyse du trafic par rapport aux mesures;
- interroger une liste d'acheminement de sortie;
- interroger des paramètres d'analyse;
- interroger une liste de dates des rapports.

Recommandation E.504

GESTION DES MESURES DE TRAFIC

1 Introduction

La gestion des mesures de trafic consiste à organiser dans le temps et à exécuter la collecte des données de trafic et à produire des rapports pour analyse. Les résultats des données collectées au moyen de mesures de trafic dans le commutateur sont présentés sous une forme appropriée à une analyse en ligne ou en différé.

Il y aurait avantage à envisager le principe d'un système de mesures de trafic (SMT) générique pour administrer les mesures de trafic. Ce système pourrait comprendre des éléments d'un commutateur fonctionnant en combinaison avec des machines de télétraitement des données et des dispositifs connexes pour produire des rapports de mesures.

Pour gérer les mesures de trafic, plusieurs activités homme-machine (appelées «tâches») devront être accomplies à travers une ou plusieurs interfaces homme-machine grâce à des fonctions de système appropriées. Des détails sont donnés ci-après.

Les résultats des mesures de trafic doivent se composer des données mesurées et d'une information de référence concernant les caractéristiques du réseau, au moment où les mesures ont été faites, de nature à faciliter l'analyse de données, par exemple, le nombre de dispositifs bloqués sur une voie d'acheminement ou un acheminement détourné momentanément en vigueur.

[1] La totalité de cette information peut être disponible ou non dans la collecte des données mesurées.

2 Liste des tâches

La liste suivante, bien qu'incomplète, énonce les principales opérations en matière de gestion des mesures de trafic. Le SMT fournira des fonctions pour l'exécution de ces tâches:

a) créer de nouvelles mesures ou composantes de mesures et modifier les anciennes, en choisissant la chronologie, les types de mesures, les identités des objets et les paramètres des mesures (QUE faut-il mesurer, À QUEL MOMENT faut-il le faire et COMMENT);

b) supprimer les mesures ou composantes de mesures qui ne sont plus nécessaires;

c) définir l'acheminement et la chronologie des résultats de mesure (le MOMENT et le LIEU où les résultats seront produits);

d) activer et/ou désactiver le déclenchement du programme de mesures qui a été défini au préalable;

e) extraire les catégories de données nécessaires concernant les mesures existantes.

3 Liste des fonctions du système

Le SMT doit offrir les fonctions suivantes pour l'exécution des tâches homme-machine:

a) liste (menu) des mesures de trafic;

b) chronologie de l'exécution des mesures du trafic et sortie des résultats;

c) gestion des données décrivant les mesures;

d) extraction des données décrivant les mesures.

4 Fonctions homme-machine

Voici la liste préliminaire des fonctions homme-machine nécessaires pour commander les fonctions du système de mesures de trafic. Les spécifications complètes de ces fonctions figurent dans les Recommandations de la série Z:

- créer une mesure;
- créer un ensemble de mesures;
- créer une liste d'objets;
- créer une liste de données de temps;
- créer une liste d'acheminement de sortie;
- créer une chronologie de sortie des résultats;
- modifier une mesure;
- modifier un ensemble de mesures;
- modifier une liste d'objets;
- modifier une liste de données de temps;
- modifier une liste d'acheminement de sortie;
- modifier une chronologie de sortie des résultats;
- supprimer une mesure;
- supprimer un ensemble de mesures;
- supprimer une liste d'objets;
- supprimer une liste de données de temps;
- supprimer une liste d'acheminement de sortie;
- supprimer une chronologie de sortie des résultats;
- activer une mesure;
- désactiver une mesure;
- interroger une mesure;
- interroger un ensemble de mesures;
- interroger un type de mesure;
- interroger une liste d'objets;
- interroger une liste de données de temps;
- interroger une liste d'acheminement de sortie;
- interroger une chronologie de sortie des résultats.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 2

PRÉVISION DU TRAFIC INTERNATIONAL

Recommandation E.506

PRÉVISION DU TRAFIC TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL[1]

1 Introduction

La présente Recommandation est la première d'une série de trois Recommandations qui traitent de la prévision du trafic international des télécommunications.

En matière d'exploitation et de gestion du réseau téléphonique international, un développement adéquat et satisfaisant de celui-ci dépend en grande partie des estimations que l'on peut faire pour l'avenir. En conséquence, pour établir des plans relatifs à la mise en œuvre du matériel et des circuits, comme pour les investissements nécessaires à cet effet, les Administrations doivent prévoir le trafic que le réseau acheminera. Etant donné le montant élevé des investissements qui sont consentis pour le réseau international, on se rend compte immédiatement de l'importance que revêtent des prévisions sûres.

Le but de la présente Recommandation est de donner des directives concernant certaines conditions préalables pour la prévison du trafic international des télécommunications. Les données de base, non seulement les données concernant le trafic et les communications, mais aussi les données économiques, sociales et démographiques sont d'une importance vitale pour la prévision. Cette série de données peut être incomplète; des méthodes sont recommandées pour le traitement des données qui font défaut. Différentes méthodes de prévision sont présentées: la méthode de prévision directe et la méthode de prévision composite, la prévision des matrices de trafic et les procédures descendante et ascendante.

La Recommandation E.507 donne des directives pour la construction de modèles de prévision et contient une vue d'ensemble des diverses techniques de prévision. La Recommandation E.508 concerne la prévision de nouveaux services internationaux de télécommunications.

2 Données de base pour les prévisions

Le nombre estimé de circuits nécessaires pour chacune des périodes sur laquelle portent les prévisions constitue un des résultats du processus de prévision du trafic international. Pour obtenir ces valeurs, on a appliqué des techniques d'ingénierie du trafic aux prévisions en erlangs, unité de mesure du trafic. La figure 1/E.506 indique deux méthodes différentes pour déterminer les prévisions en erlangs.

Les deux méthodes de prévision sont la méthode directe et la méthode composite. La première étape, dans chaque processus, consiste à rassembler des données brutes. Ces données brutes, peut-être adaptées, constitueront les données de base utilisées pour établir les prévisions de trafic. Les données de base peuvent être établies par heure, par jour, par mois, par trimestre ou par année. La plupart des Administrations utilisent les données de comptabilité mensuelle pour établir les prévisions.

Avec la méthode directe, le trafic écoulé en erlangs, ou toute autre unité de mesure, pour chaque relation doit être considéré comme constituant les données de base pour la prévision de l'accroissement du trafic. Ces données peuvent être adaptées pour justifier des faits tels que la régénération (voir la Recommandation E.500).

---

[1] Le texte de l'ancienne Recommandation E.506 du *Livre rouge* a été réparti entre les nouvelles Recommandations E.506 et E.507 avec l'adjonction d'un grand nombre d'éléments nouveaux.

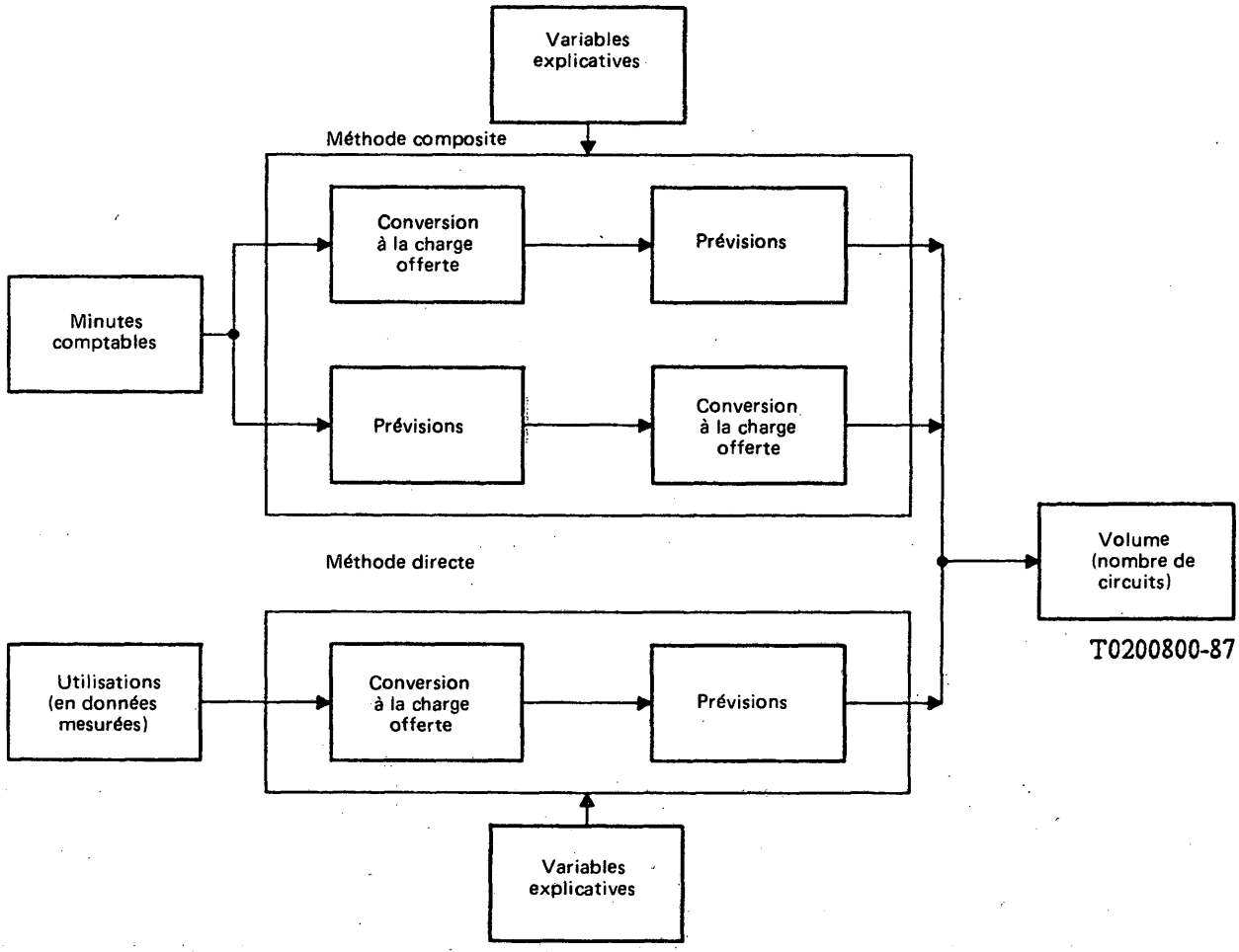


FIGURE 1/E.506

Méthodes directe et composite

Dans les deux méthodes (directe et composite) il est nécessaire de convertir le trafic acheminé en trafic offert (en erlangs). La formule de conversion figure dans la Recommandation E.501 pour la méthode directe et dans la présente Recommandation pour la méthode composite.

La méthode de prévision composite utilise les données comptables internationales historiques du nombre de minutes taxées par mois en tant que données de base. Les données peuvent être adaptées, soit avant, soit après le processus de prévision par un certain nombre de coefficients, qui sont utilisés pour convertir les minutes payées sur la base des données comptables dans les prévisions à l'heure chargée, en erlangs.

Comme on peut le voir dans la figure 1/E.506, le processus de prévision est commun aux deux méthodes directe et composite. Cependant, les méthodes ou modèles actuels utilisés dans le processus varient. Les prévisions peuvent être établies par exemple, en utilisant la méthode des matrices de trafic (voir le § 4), les modèles économétriques ou les modèles à autorégression (voir le § 3 de la Recommandation E.507). Il y a diverses autres données qui sont introduites dans le processus de prévision. Les variables explicatives, les informations de segmentation de marché et l'élasticité des prix constituent des exemples.

Dans tous les cas où cela est possible, il convient d'utiliser à la fois la méthode de prévision directe et la méthode de prévision composite, et de comparer les résultats. Cette comparaison est susceptible de révéler des divergences qui n'apparaissent pas immédiatement lorsqu'on applique une seule des deux méthodes. Si ces divergences sont importantes, notamment dans le cas de l'heure chargée, il convient d'en déterminer les causes avant d'adopter la prévision obtenue.

Dans les modèles économétriques spécialement, les variables explicatives sont utilisées pour prévoir le trafic international. Certaines des plus importantes de ces variables sont les suivantes:

- exportation,
- importation,
- degré d'automatisation,
- qualité de service,
- décalage horaire entre pays,
- tarifs,
- indice des prix à la consommation,
- produit national brut.

Il peut aussi être important de considérer d'autres variables explicatives, telles que les voyageurs d'affaires étrangers et les ressortissants vivant dans d'autres pays. Il est recommandé que les bases de données pour les variables explicatives soient aussi détaillées que possible pour fournir le plus grand nombre de renseignements au processus de prévision.

Les prévisions peuvent être fondées sur la segmentation du marché. Les données de base peuvent être segmentées, par exemple, selon des lignes régionales, par entreprises, autres qu'entreprises, ou par type de service. L'élasticité des prix doit également être envisagée si possible, pour quantifier le rôle que jouent les tarifs sur les données de prévision.

3 Stratégie – Méthode de conversion

On convertit le nombre de minutes taxées par mois en dimensionnement à l'heure chargée, en erlangs, en appliquant un certain nombre de coefficients liés au trafic pour chaque catégorie de service. La conversion s'effectue selon la formule:

$$A = Mdh/60e \tag{3-1}$$

dans laquelle

A est le trafic moyen estimé pendant l'heure chargée,

M est le nombre total mensuel des minutes taxées,

d est le rapport jour/mois,

h est le rapport heure chargée/jour,

e est le coefficient d'efficacité.

La formule ci-dessus fait l'objet d'une description détaillée dans l'annexe A.

4 Procédures de prévision des matrices de trafic

4.1 *Introduction*

Pour faire des prévisions de matrices de trafic ou point à point, on peut utiliser les méthodes suivantes:

- prévisions point à point directes,
- méthode de Kruithof,
- développement de la méthode de Kruithof,
- méthodes des moindres carrés pondérés.

Il est aussi possible de concevoir un modèle de filtre de Kalman pour le trafic de point à point en tenant compte des prévisions globales. Tu et Pack décrivent ce modèle cité en [16].

Les méthodes de prévision peuvent être utilisées pour obtenir des prévisions du trafic à l'intérieur de groupes de pays, par exemple les pays nordiques, mais aussi pour faire des prévisions du trafic national à différents niveaux.

4.2 *Prévisions point à point directes*

On parvient généralement à obtenir de meilleures prévisions pour le trafic accumulé que pour le trafic à un niveau inférieur.

Donc, la précision sera relativement meilleure pour les prévisions du trafic sortant (somme des rangées) ou du trafic entrant (somme des colonnes) entre un pays et un groupe de pays que pour des prévisions séparées par pays.

Dans ce cas, il est possible d'ajuster les prévisions individuelles compte tenu des prévisions globales.

Cependant, si les prévisions des différents éléments de la matrice de trafic se révèlent aussi bonnes que les prévisions accumulées, il n'est pas nécessaire d'ajuster les prévisions.

On peut évaluer la précision relative des prévisions en comparant les rapports de $\hat{\sigma}(X)/X$, X étant la prévision et $\hat{\sigma}(X)$ l'erreur de prévision estimée.

4.3 *Méthode de Kruithof*

La méthode de Kruithof [11] est bien connue: on utilise la dernière matrice de trafic connue et les prévisions de la somme des rangées et des colonnes pour faire des prévisions de la matrice de trafic. Ceci peut être effectué au moyen d'une procédure d'itération efficace.

La méthode de Kruithof ne tient pas compte des variations dans le temps du trafic point à point. Du fait que seule la dernière matrice de trafic connue est utilisée, les renseignements sur les matrices de trafic précédentes n'entrent pas dans les prévisions. Surtout lorsque la croissance du trafic distinct point à point varie, cela risque de ne pas être avantageux. Cette méthode de Kruithof peut aussi donner de mauvaises prévisions lorsque les matrices de trafic reflètent des données saisonnières.

4.4 *Développement de la méthode de Kruithof*

La méthode de Kruithof classique est une projection du trafic fondée sur la dernière matrice de trafic connue et sur des prévisions des sommes rangées/colonnes.

On peut développer la méthode de Kruithof en tenant compte non seulement des prévisions pour les rangées et les colonnes mais aussi des prévisions pour le trafic point à point. On ajuste ensuite les prévisions de trafic point à point pour obtenir une cohérence avec les prévisions des sommes rangées/colonnes.

La méthode de Kruithof développée est supérieure à la méthode classique et est donc recommandée.

4.5 *Méthode des moindres carrés pondérés*

La méthode des moindres carrés pondérés est encore un développement de la méthode précédente. Admettons $\{C_{ij}\}$ et que $\{C_{i\cdot}\}$ et $\{C_{\cdot j}\}$ soient respectivement des prévisions du trafic point à point, des sommes rangées et des sommes colonnes.

Avec la méthode développée de Kruithof, on suppose que les sommes rangées et colonnes sont «vraies» et on ajuste $\{C_{ij}\}$ pour obtenir la cohérence.

La méthode des moindres carrés pondérés [2] part de l'hypothèse que les prévisions point à point et les prévisions des sommes rangées et colonnes sont incertaines. Un moyen raisonnable de résoudre le problème consiste à donner aux différentes prévisions différents poids.

Admettons que les prévisions des moindres carrés pondérés soient $\{D_{ij}\}$. La somme carrée Q est définie par la formule:

$$Q = \sum_{ij} a_{ij}(C_{ij} - D_{ij})^2 + \sum_{i} b_i(C_{i\cdot} - D_{i\cdot})^2 + \sum_{j} c_j(C_{\cdot j} - D_{\cdot j})^2 \qquad (4\text{-}1)$$

où $\{a_{ij}\}$, $\{b_i\}$, $\{c_j\}$ sont des constantes ou des poids choisis.

On obtient les prévisions des moindres carrés pondérés au moyen de la formule:

$$\underset{D_{ij}}{\text{Min}} Q(D_{ij})$$

à condition que

$$D_{i\cdot} = \sum_{j} D_{ij} \qquad i = 1, 2, \ldots \qquad (4\text{-}2)$$

et que

$$D_{\cdot j} = \sum_{i} D_{ij} \qquad j = 1, 2, \ldots$$

Un choix naturel de poids est l'inverse de la variance des prévisions. Un moyen d'estimer l'écart type des prévisions est d'effectuer une prévision ex-post puis de calculer la moyenne quadratique des erreurs.

Les propriétés de cette méthode sont analysées dans le document [14].

5 Méthodes descendantes et ascendantes

5.1 *Choix du modèle*

Le but recherché est d'obtenir des prévisions sur le trafic échangé entre différents pays. Pour que cette évaluation revête un sens, il faut que le trafic échangé entre les pays ne soit pas trop minime afin d'obtenir des prévisions assez précises. Une méthode de ce genre est généralement appelée méthode ascendante.

On peut procéder autrement: lorsque le trafic échangé entre les pays en question est faible, il est préférable de commencer par prévoir le trafic obtenu pour un groupe de pays plus important. Ces prévisions servent souvent de base à l'élaboration des prévisions relatives au trafic écoulé vers chaque pays. On utilise alors une procédure de correction qui sera décrite plus en détail ci-après. Les méthodes de ce type sont appelées méthodes descendantes. Viennent maintenant quelques observations indiquant dans quel cas il est préférable d'utiliser l'une ou l'autre des deux méthodes:

Supposons que σ_T^2 soit la variance des prévisions globales, σ_i^2 la variance des prévisions locales n° i et γ_{ij} la covariance des prévisions locales n° i et j. Si l'inégalité suivante est vraie:

$$\sigma_T^2 < \sum_i \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} \sum \gamma_{ij} \tag{5-1}$$

dans ce cas, en général, il n'est pas recommandé d'utiliser la méthode ascendante, mais d'utiliser la méthode descendante.

Très souvent, il est possible d'utiliser un modèle de prévision plus avancé au niveau global. De plus, à un niveau global, les données sont peut-être plus homogènes et moins tributaires de modifications stochastiques que des données considérées à un niveau inférieur. Donc, dans la plupart des cas, l'inégalité ci-dessus mentionnée sera vérifiée pour des pays de petite taille.

5.2 *Méthode ascendante*

Conformément à l'aperçu qui a été donné au § 5.1, cette méthode permet d'effectuer directement des prévisions distinctes du trafic échangé entre différents pays. Si l'inégalité introduite au § 5.1 n'est pas vérifiée, ce qui peut être le cas pour des pays de grande taille, il suffit d'utiliser la méthode ascendante, et l'on peut donc faire appel à l'un des modèles de prévision mentionnés dans la Recommandation E.507 pour obtenir des prévisions concernant le trafic écoulé vers différents pays.

5.3 *Méthode descendante*

On recommande la plupart du temps d'utiliser la méthode descendante pour les prévisions relatives au trafic international échangé à partir d'un pays de petite taille. Un exemple détaillé de méthode de prévision descendante figure à l'annexe D.

La première étape de cette méthode consiste à trouver un modèle de prévision au niveau global qui puisse être un modèle assez complexe. On suppose que X_T représente les prévisions globales de trafic et que σ_T représente l'écart type estimé des prévisions.

L'étape suivante consiste à élaborer des modèles de prévision distincts pour le trafic écoulé vers différents pays. Supposons que X_i représente les prévisions relatives au trafic écoulé vers le $i^{ème}$ pays et que $\hat{\sigma}_i$ représente l'écart type. Dès lors, il faut corriger les prévisions distinctes $[X_i]$ en tenant compte des prévisions globales X_T. Nous savons que, en général

$$X_T \neq \sum_i X_i \tag{5-2}$$

Supposons que $[X_i]$ représente les corrections de $[X'_i]$ tandis que la prévision globale corrigée doit être $X'_T = \Sigma\, X'_i$.

La méthode permettant d'obtenir $[X'_i]$ est décrite dans l'annexe C.

6 Méthodes de prévision lorsque des observations manquent

6.1 *Introduction*

La plupart des modèles de prévision sont fondés sur des séries chronologiques régulièrement espacées. Si une observation ou une série d'observations manquent, il est nécessaire, soit d'utiliser une estimation des observations qui font défaut, puis d'utiliser le modèle de prévision, soit de modifier le modèle de prévision.

Tous les modèles de lissage sont appliqués sur des observations régulièrement espacées. Tous les modèles à autorégression à moyenne glissante intégrée (ARIMA: autoregressive integrated moving average) fonctionnent aussi sur une série chronologique régulièrement espacée, alors que les modèles de régression agissent sur des observations irrégulièrement espacées sans modification.

La littérature montre que la plupart des méthodes de prévision peuvent être formulées en tant que modèles linéaires dynamiques. Le filtre de Kalman est une méthode linéaire permettant d'estimer les états dans une série chronologique qui est modélisée en tant que modèle linéaire dynamique. Le filtre de Kalman introduit une procédure récurrente pour calculer les prévisions dans un modèle linéaire dynamique qui est optimal, en ce sens qu'il minimise la moyenne des carrés des erreurs de prévision avec un intervalle d'anticipation. Le filtre de Kalman fournit aussi une solution optimale dans le cas de données manquantes.

6.2 *Procédure d'ajustement fondée sur des observations comparables*

Dans des cas où certaines observations manquent, il peut être possible d'utiliser des données apparentées pour procéder à une estimation de ces observations. Par exemple, si des mesures sont effectuées sur un ensemble de faisceaux de circuits se trouvant dans la même zone, les mesures de trafic exécutées sur divers faisceaux de circuits sont alors mises en corrélation, ce qui signifie que la mesure de trafic faite sur un faisceau de circuits donné à un certain degré explique les mesures de trafic faites sur d'autres faisceaux de circuits.

Lorsqu'il y a une corrélation étroite entre deux séries chronologiques de mesures de trafic, la modification relative en niveau et en tendance sera de la même ampleur.

Supposons qu'il existe un trou dans une série chronologique x_t d'observations équidistantes de 1 à n, x_t est par exemple l'accroissement annuel. Le trou se compose de k observations manquantes entre r et $r + k + 1$.

Une procédure d'estimation des observations manquantes est exposée ci-après:

i) examiner des séries chronologiques semblables aux séries avec des observations manquantes et calculer l'intercorrélation;

ii) identifier les séries chronologiques avec une intercorrélation étroite à l'écart zéro;

iii) calculer le facteur de croissance Δ_{r+i} entre r et $r + k$ de la série chronologique y_t semblable:

$$\Delta_{r+i} = \frac{y_{r+i} - y_r}{y_{r+k+1} - y_r} \qquad i = 1, 2, \ldots k \tag{6-1}$$

iv) les estimations des observations manquantes sont alors données par la formule suivante:

$$\hat{x}_{r+i} = x_r + \Delta_{r+i}(x_{r+k+1} - x_r) \qquad i = 1, 2, \ldots k \tag{6-2}$$

Exemple

Supposons que nous souhaitions prévoir la série chronologique x_t. La série fait l'objet d'observations de 1 à 10, mais les observations aux instants 6, 7 et 8 manquent. Toutefois, une série chronologique apparentée y_t est mesurée. Les mesures figurent au tableau 1/E.506.

TABLEAU 1/E.506

Mesures de deux séries chronologiques apparentées; une dont les observations font défaut

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_t	100	112	125	140	152	–	–	–	206	221
y_t	300	338	380	422	460	496	532	574	622	670

La dernière observation connue de x_t avant le trou à l'instant 5 est 152, alors que la première observation connue après le trou à l'instant 9 est 206.

D'où il découle que $r = 5$ et $k = 3$. Les calculs donnent:

$$\Delta_6 = \frac{496 - 460}{622 - 460} = \frac{36}{162}$$

$$\Delta_7 = \frac{532 - 460}{622 - 460} = \frac{72}{162}$$

$$\Delta_8 = \frac{574 - 460}{622 - 460} = \frac{114}{162}$$

$$\hat{x}_6 = 152 + \frac{36}{162}(206 - 152) = \underline{164}$$

$$\hat{x}_7 = 152 + \frac{72}{162}(206 - 152) = \underline{176}$$

$$\hat{x}_8 = 152 + \frac{114}{162}(206 - 152) = \underline{190}$$

6.3 *Modification des modèles de prévision*

L'autre possibilité de traitement des observations qui font défaut est d'élargir les modèles de prévision par des procédures spécifiques. Lorsque des observations manquent, on utilise pour estimer le trafic une procédure modifiée, au lieu d'un modèle de prévision ordinaire.

Pour illustrer cette procédure, nous considérons le lissage exponentiel simple. Le modèle de lissage exponentiel simple est exprimé par:

$$\hat{\mu}_t = (1 - a)\, y_t + a\hat{\mu}_{t-1} \tag{6-3}$$

où

y_t est le trafic mesuré à l'instant t

$\hat{\mu}_t$ est le niveau estimé à l'instant t

a est le facteur pondéré [et $(1 - a)$ est le paramètre de lissage].

La formule (6-3) est une formule de récurrence. La récurrence commence à l'instant 1 et finit à n s'il ne manque aucune observation. Une prévision d'un intervalle d'anticipation est alors donnée par:

$$\hat{y}_t(1) = \hat{\mu}_t \tag{6-4}$$

S'il manque certaines observations entre 1 et n, il est alors nécessaire de modifier la procédure de récurrence. Supposons maintenant que $y_1, y_2, \ldots, y_r, y_{r+k+1}, y_{r+k+2}, \ldots, y_n$ soient connus et que $y_{r+1}, y_{r+2}, \ldots, y_{r+k}$ soient inconnus. La série chronologique a alors un trou qui se compose de k observations manquantes.

Le modèle de prévision modifié suivant pour le lissage exponentiel simple est proposé dans Aldrin [2].

$$\hat{\mu}_t = \begin{cases} (1 - a)\, y_t + a\,\hat{\mu}_{t-1} & t = 1, 2, \ldots, r \\ (1 - a_k)\, y_t + a_k\hat{\mu}_t & t = r+k+1 \\ (1 - a)\, y_t + a\,\hat{\mu}_{t-1} & t = r+k+2, \ldots, n \end{cases} \tag{6-5}$$

où

$$a_k = \frac{a}{1 + k(1-a)^2} \tag{6-6}$$

En utilisant les formules (6-5) et (6-6), il est possible d'omettre la procédure de récurrence dans le trou entre r et $r + k + 1$.

Dans Aldrin [2] des procédures semblables sont proposées pour les modèles de prévision suivants:

- méthode Holt,
- lissage exponentiel double,
- méthode des moindres carrés pondérés avec niveau et tendance,
- méthodes saisonnières Holt-Winters.

Wright [17] et [18] suggère également des procédures spécifiques pour modifier les modèles de lissage lorsque des observations manquent.

Comme mentionné au premier paragraphe, les modèles de régression sont invariants des observations manquantes. Lorsque l'on utilise la méthode des moindres carrés, on attribue le même coefficient de pondération à toutes les observations. En conséquence, les observations manquantes n'affectent pas la procédure d'estimation et les prévisions sont faites de la façon habituelle.

En revanche, il est nécessaire de modifier les modèles ARIMA lorsque des observations manquent. Si des données font défaut, plusieurs procédures sont suggérées dans la littérature. L'idée fondamentale est de formuler le modèle ARIMA en tant que modèle linéaire dynamique. La fonction de vraisemblance est alors facile à obtenir et l'on peut estimer de façon récurrente les paramètres du modèle. A propos des travaux effectués dans ce domaine, il faut se référer à Jones [9] et [10], Harvey et Pierse [8], Ansley et Kohn [3] et Aldrin [2].

Les modèles linéaires dynamiques et le filtre de Kalman constituent une catégorie importante de modèles. Les modèles de lissage, les modèles ARIMA et les modèles de régression peuvent être formulés en tant que modèles linéaires dynamiques. Cela est décrit par exemple dans Abraham et Ledolter [1]. En utilisant des modèles linéaires dynamiques et le filtre de Kalman, les paramètres du modèle sont estimés d'une manière récurrente. La description figure par exemple dans Harrisson et Stevens [7], Pack et Whitaker [13], Moreland [12], Szelag [15] et Chemouil et Garnier [6].

Dans Jones [9] et [10], Barham et Dunstan [4], Harvey et Pierse [8], Aldrin [2] et Bolviken [5], on montre comment les modèles linéaires dynamiques et le filtre de Kalman traitent les observations manquantes.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.506)

Méthode composite

A.1 *Introduction*

La présente annexe décrit une méthode d'estimation du trafic international fondée sur le nombre de minutes taxées par mois et sur divers coefficients de conversion. Elle a pour objet de montrer les possibilités de cette méthode, en analysant ces coefficients, dont elle souligne l'utilité.

Cette méthode présente deux grands avantages:

1) le nombre de minutes taxées par mois, que se communiquent régulièrement les Administrations pour les besoins de la comptabilité internationale, fournit un volume important et continu de données;
2) les coefficients de conversion du trafic sont relativement stables, contrairement à la progression du trafic, et ils varient lentement puisqu'ils dépendent du comportement des abonnés et de la qualité de fonctionnement du réseau. Un examen séparé du nombre de minutes taxées et des coefficients de conversion du trafic permet d'apprécier la nature de l'accroissement du trafic, ce qui n'est pas possible si l'on se borne à mesurer l'occupation des circuits. Etant donné la stabilité des coefficients de conversion, on peut mesurer ceux-ci en utilisant des échantillons relativement petits, ce qui contribue à l'économie de la méthode.

A.2 *Méthode de base*

A.2.1 *Considérations générales*

La méthode composite est utilisée pour chaque courant de trafic, chaque sens et, généralement, chaque catégorie de service.

Le trafic moyen estimé offert à l'heure chargée (en erlangs) est calculé à partir des minutes taxées par mois à l'aide de la formule:

$$A = Mdh/60e \qquad \text{(A-1)}$$

dans laquelle:

A est le trafic moyen estimé offert pendant l'heure chargée, en erlangs,

M est le nombre total mensuel de minutes taxées,

d est le rapport jour/mois, c'est-à-dire le rapport de la durée moyenne taxée pendant les jours ouvrables à la durée mensuelle taxée,

h est le rapport heure chargée/jour, c'est-à-dire le rapport de la durée taxée pendant l'heure chargée à la durée moyenne quotidienne taxée,

e est le coefficient d'efficacité, c'est-à-dire le rapport, pendant l'heure chargée, de la durée taxée à la durée d'occupation.

A.2.2 *Nombre de minutes taxées par mois (M)*[2)]

Le point de départ de la méthode composite est le nombre de minutes taxées. Les modifications subites de la demande des abonnés résultant, par exemple, d'améliorations apportées à la qualité de transmission, ont une constante de temps de l'ordre de plusieurs mois; de ce fait, le nombre cumulatif de minutes taxées pendant des périodes mensuelles semble constituer l'indice optimal pour suivre l'accroissement du trafic. Une période plus longue (par exemple annuelle) tend en effet à masquer les modifications importantes, tandis qu'une période plus courte (par exemple quotidienne), outre qu'elle augmente le volume de données, accentue les fluctuations d'une période à la suivante. Un autre avantage de la période mensuelle est que les Administrations se communiquent les chiffres mensuels relatifs aux minutes taxées pour les besoins de la comptabilité, de sorte que, en général, on dispose facilement de relevés historiques couvrant de nombreuses années.

Il faut reconnaître cependant que les échanges d'informations comptables entre les Administrations ont souvent lieu après coup et que leur ajustement complet peut demander un certain temps (par exemple, trafic de communications payables à l'arrivée).

A.2.3 *Rapport jour/mois (d)*

Les termes du rapport sont le volume de trafic acheminé au cours d'un jour ouvrable typique et le volume total acheminé au cours d'un mois.

Comme le nombre des jours ouvrables et non ouvrables (c'est-à-dire fins de semaine et jours fériés) varie d'un mois à l'autre, il n'est pas commode de se référer à un mois type, mais il devrait être possible de calculer le rapport pour le mois dans lequel le trafic offert à l'heure chargée est applicable.

On a donc si:

X indique le nombre de jours ouvrables dans le mois concerné

Y indique le nombre de jours non ouvrables dans le mois choisi:

$$\frac{1}{d} = X + Y \cdot r \qquad \text{(A-2)}$$

où

$$r = \frac{\text{Trafic moyen d'un jour non ouvrable}}{\text{Trafic moyen d'un jour ouvrable}}$$

Le volume relatif de trafic pendant les jours non ouvrables dépend dans une très large mesure du volume relatif de communications privées entre les pays d'origine et de destination (les communications privées sont, en général, plus fréquentes le week-end). L'évolution du nombre de ces communications privées étant très lente, r ou d sont probablement les coefficients de conversion les plus stables et ne varient, en général, que dans des limites relativement étroites. Cependant, certaines dispositions tarifaires, par exemple l'application de taxes réduites pendant le week-end, peuvent avoir des effets significatifs sur les facteurs r ou d.

[2)] Dans les cas où l'on connaît uniquement le nombre de minutes taxées par an, ce nombre peut être converti en une valeur de M par application d'un facteur convenable.

Lorsque r se situe aux environs de 1, le trafic du dimanche peut dépasser le niveau du jour ouvrable typique. Il convient, dans ce cas, de dimensionner la voie de manière à assurer le trafic supplémentaire pendant le week-end (dimanche) ou d'adopter un ensemble approprié de voies de débordement.

A.2.4 *Rapport heure chargée/jour (h)*

Pendant les jours ouvrables, le volume relatif de trafic moyen au cours de l'heure chargée dépend essentiellement de la différence entre l'heure locale du point d'origine et celle du point de destination. On s'est efforcé à deux reprises, et avec un succès modéré, de prévoir la distribution diurne du trafic sur la base de ces informations et du «degré de commodité» supposé au point d'origine et au point de destination. Cependant, l'importance des discordances justifie la mesure de la distribution diurne, qui permet ensuite de calculer le rapport heure chargée/jour.

Quand on ne dispose pas de mesures, il y a intérêt à prendre comme point de départ la Recommandation E.523. A partir des distributions théoriques qui figurent dans cette Recommandation, on trouve des variations du rapport heure chargée/jour allant de 10% pour une différence d'heure locale de 0 à 2 heures à 13,5% pour une différence de 7 heures.

Comme il est indiqué ci-dessus, la méthode composite est mise en œuvre sur la base de données comptables. Cependant, il peut être plus pratique pour certaines Administrations de mesurer d et h d'après la durée d'occupation obtenue à l'aide des appareils d'enregistrement des communications dont elles disposent.

A.2.5 *Coefficient d'efficacité (e)*

Le coefficient d'efficacité (rapport e, pendant l'heure chargée, de la durée taxée à la durée d'occupation) permet de déterminer, à partir de la durée taxée, l'occupation totale des circuits. Il est donc nécessaire d'inclure dans la mesure de ce rapport la durée totale d'occupation des circuits et non la seule durée exigée par l'établissement de communications taxées. Par exemple, la durée totale d'occupation des circuits doit comprendre, outre la durée d'occupation pour les communications taxées (laps de temps qui s'écoule entre la prise d'un circuit et sa libération), la durée d'occupation pour les demandes de renseignements (assistance-annuaire), les communications d'essai et de service, les tentatives inefficaces et autres communications non taxées, traitées pendant l'heure chargée.

L'efficacité tend à se modifier avec le temps. A cet égard, l'efficacité est surtout fonction de la méthode d'exploitation (manuelle, semi-automatique, service automatique international), de l'existence d'abonnés occupés et de la qualité du réseau éloigné.

On peut prévoir l'efficacité en extrapolant les tendances passées et en les ajustant pour tenir compte des améliorations prévues.

L'examen détaillé de l'efficacité est aussi un avantage du point de vue de l'exploitation en ce sens qu'il permet de déterminer les améliorations susceptibles d'être apportées et de mesurer les profits qui en découleraient.

On notera que, en pratique, la limite de e est généralement de 0,8 à 0,9 environ en exploitation automatique.

A.2.6 *Trafic moyen offert pendant l'heure chargée (A)*

Il convient de noter que A est le trafic *moyen* offert pendant l'heure chargée (exprimé en erlangs).

A.2.7 *Utilisation de la méthode composite*

Dans le cas de pays où le volume de trafic est relativement faible et l'exploitation manuelle, les coefficients relatifs à la durée taxée (d et h) pourraient être obtenus à partir de l'analyse des pièces comptables concernant les communications (tickets d'appel). Pour que l'on puisse calculer l'efficacité e, il faut que l'opératrice manuelle relève aussi bien la durée d'occupation que la durée taxée pendant l'heure chargée au cours de la période d'échantillonnage.

Dans les pays qui utilisent des centraux à commande par programme enregistré avec des positions associées d'assistance manuelle, le recours à l'informatique peut faciliter l'utilisation de la méthode de prévision composite.

Une des conséquences de la méthode est que les facteurs d et h reflètent le comportement des abonnés, en ce sens que la durée non taxée (demandes de renseignements, communications d'essai et de service, etc.) n'est pas incluse dans la mesure de ces facteurs. Il convient aussi de souligner l'importance qu'il y a à calculer l'efficacité e pendant l'heure chargée.

ANNEXE B

(à la Recommandation E.506)

Exemple utilisant la méthode des moindres carrés pondérés

B.1 *Données télex*

Il a été procédé à l'analyse du trafic télex entre les pays suivants:

- Allemagne (D)
- Danemark (DNK)
- Etats-Unis d'Amérique (USA)
- Finlande (FIN)
- Norvège (NOR)
- Suède (S).

Les données se composent d'observations annuelles faites de 1973 à 1984 [19].

B.2 *Prévisions*

Avant d'utiliser la méthode des moindres carrés pondérés, il faut faire des prévisions distinctes pour les matrices de trafic. Dans cet exemple, on a utilisé pour les prévisions un modèle ARIMA (0,2,1) simple avec observations logarithmiques transformées sans variables explicatives. Il peut être possible de concevoir de meilleurs modèles de prévision pour le trafic télex entre les divers pays. Cependant, l'essentiel dans cet exemple est d'illustrer uniquement l'utilisation de la technique des moindres carrés pondérés.

Les prévisions pour 1984 fondées sur les observations de 1973 à 1983 figurent au tableau B-1/E.506.

TABLEAU B-1/E.506

Prévisions pour le trafic télex entre l'Allemagne (D), le Danemark (DNK), les Etats-Unis d'Amérique (USA), la Finlande (FIN), la Norvège (NOR) et la Suède (S) en 1984

De \ Vers	D	DNK	USA	FIN	NOR	S	Total	Total prévu
D	–	4869	12 630	2879	2397	5230	28 005	27 788
DNK	5196	–	1655	751	1270	1959	10 831	10 805
USA	11 103	1313	–	719	1657	2401	17 193	17 009
FIN	2655	715	741	–	489	1896	6496	6458
NOR	2415	1255	1821	541	–	1548	7580	7597
S	4828	1821	2283	1798	1333	–	12 063	12 053
Total	26 197	9973	19 130	6688	7146	13 034		
Total prévu	26 097	9967	19 353	6659	7110	12 914		

Il faut noter qu'il n'existe pas de cohérence entre les prévisions totales des rangées et des colonnes, et les prévisions des éléments dans les matrices de trafic. Par exemple, le total du trafic télex sortant prévu à partir de l'Allemagne est de 28 005 alors que le total prévu dans la colonne est de 27 788.

On a utilisé la méthode des moindres carrés pondérés pour ajuster les prévisions et leur donner plus de cohérence, et pour se servir des prévisions des rangées/colonnes de même que les prévisions des éléments de trafic.

B.3 *Ajustement des prévisions des matrices de trafic*

Pour pouvoir utiliser la méthode des moindres carrés pondérés, il est nécessaire de disposer de coefficients de pondération et de prévisions distinctes. Les prévisions distinctes figurent au tableau B-2/E.506, alors que les coefficients de pondération sont fondés sur la moyenne des carrés des erreurs de prévision avec un intervalle d'anticipation.

Supposons que y_t est le trafic écoulé à l'instant t. Le modèle ARIMA (0,2,1) avec données transformées logarithmiques est donné par:

$$z_t = (1 - B)^2 \ln y_t = (1 - \theta B)\, a_t$$

ou

$$z_t = a_t - \theta a_{t-1}$$

où

$z_t = \ln y_t - 2 \ln y_{t-1} + \ln y_{t-2}$,

a_t est un bruit blanc,

θ est un paramètre,

B est l'opérateur de décalage vers l'arrière.

La moyenne des carrés des erreurs de prévision avec un intervalle d'anticipation de z_t est :

$$MSQ = \frac{1}{n} \Sigma (z_t - \hat{z}_{t-1}(1))^2$$

où

$\hat{z}_{t-1}(1)$ est la prévision d'un intervalle d'anticipation.

Les résultats de l'utilisation de la méthode des moindres carrés pondérés figurent au tableau B-3/E.506 et ceux-ci montrent que les prévisions du tableau B-1/E.506 ont été ajustées. Dans cet exemple, il n'y a que de petites modifications qui sont occasionnées par la conformité étroite des prévisions des totaux des rangées/colonnes et des éléments de trafic.

TABLEAU B-2/E.506

Inverse des coefficients de pondération en tant que moyenne des carrés des erreurs de prévision avec un intervalle d'anticipation du trafic télex (100^{-4}) entre l'Allemagne (D), le Danemark (DNK), les Etats-Unis d'Amérique (USA), la Finlande (FIN), la Norvège (NOR) et la Suède (S) en 1984

De \ Vers	D	DNK	USA	FIN	NOR	S	Somme
D	–	28,72	13,18	11,40	8,29	44,61	7,77
DNK	5,91	–	43,14	18,28	39,99	18,40	10,61
USA	23,76	39,19	–	42,07	50,72	51,55	21,27
FIN	23,05	12,15	99,08	–	34,41	19,96	17,46
NOR	21,47	40,16	132,57	24,64	–	17,15	20,56
S	6,38	12,95	28,60	28,08	8,76	–	6,48
Somme	6,15	3,85	14,27	9,55	12,94	8,53	

TABLEAU B-3/E.506

Prévisions télex ajustées en utilisant la méthode des moindres carrés pondérés

De \ Vers	D	DNK	USA	FIN	NOR	S	Total
D	–	4850	12 684	2858	2383	5090	27 865
DNK	5185	–	1674	750	1257	1959	10 825
USA	11 001	1321	–	717	1644	2407	17 090
FIN	2633	715	745	–	487	1891	6471
NOR	2402	1258	1870	540	–	1547	7617
S	4823	1817	2307	1788	1331	–	12 066
Total	26 044	9961	19 280	6653	7102	12 894	

ANNEXE C

(à la Recommandation E.506)

Description d'une procédure descendante

Supposons que

X_T est la prévision du trafic total,

X_i est la prévision du trafic acheminé vers le pays i,

$\hat{\sigma}_T$ est l'écart type estimé de la prévision globale,

$\hat{\sigma}_i$ est l'écart type estimé de la valeur prévue pour le trafic acheminé vers le pays i.

Habituellement

$$X_T \neq \sum_i X_i, \tag{C-1}$$

il est donc nécessaire de trouver une correction

$$[X'_i] \text{ de } [X_i] \text{ et } [X'_T] \text{ de } [X_T]$$

en minimisant l'expression

$$Q = \alpha_0(X_T - X'_T)^2 + \sum_i \alpha_i(X_i - X'_i)^2 \tag{C-2}$$

avec

$$X'_T = \sum_i X'_i \tag{C-3}$$

où α et $[\alpha_i]$ sont choisis de telle sorte que

$$\alpha_0 = \frac{1}{\hat{\sigma}_T^2} \text{ et } \alpha_i = \frac{1}{\hat{\sigma}_i^2} \qquad i = 1, 2, \ldots \tag{C-4}$$

La solution du problème d'optimalisation donne les valeurs $[X'_i]$:

$$X'_i = X_i - \hat{\sigma}_i^2 \frac{\sum_i X_i - X_T}{\sum_i \hat{\sigma}_i^2 + \hat{\sigma}_T^2} \qquad \text{(C-5)}$$

Une inspection plus minutieuse de la base de données peut permettre de trouver d'autres moyens d'exprimer les coefficients $[\alpha_i]$, $i = 0, 1, \ldots$ Par ailleurs dans certains cas, il est indiqué d'utiliser des critères différents pour trouver les valeurs de prévision corrigées $[X'_i]$. C'est ce que montre l'exemple de méthode descendante à l'annexe D.

Si, par contre, la variance de la prévision générale X_T est assez faible, on peut procéder comme suit:

Les corrections $[X_i]$ sont obtenues par minimisation de l'expression

$$Q' = \sum_i \alpha_i (X_i - X'_i)^2 \qquad \text{(C-6)}$$

avec

$$X_T = \sum X'_i \qquad \text{(C-7)}$$

Si l'on choisit α_i, $i = 1, 2, \ldots$ comme valeur inverse des variances estimées, la solution du problème d'optimalisation est donnée par la formule:

$$X'_i = X_i - \hat{\sigma}_i^2 \frac{\sum X_i - X_T}{\sum \hat{\sigma}_i^2} \qquad \text{(C-8)}$$

ANNEXE D

(à la Recommandation E.506)

Exemple de méthode de modélisation descendante

Le modèle utilisé pour prévoir le trafic téléphonique acheminé vers les pays européens à partir de la Norvège comprend deux parties distinctes. La première consiste en un modèle économétrique applicable au trafic total écoulé dans le sens Norvège-Europe. La seconde est un modèle qui sert à obtenir la ventilation du trafic total entre les différents pays de destination.

D.1 *Modèle économétrique du trafic total écoulé dans le sens Norvège-Europe*

Avec un modèle économétrique, nous tentons d'expliquer l'évolution du trafic téléphonique (minutes taxées) en fonction des principales variables explicatives. Parfois nous manquons de données pour certaines variables, comme pour le tourisme par exemple; donc, les variables de ce type ne sont pas retenues dans le modèle.

On peut exprimer le modèle général par la formule suivante:

$$X_t = e^K \cdot GNP_t^a \cdot P_t^b \cdot A_t^c \cdot e^{ut} \qquad (t = 1, 2, \ldots, N) \qquad \text{(D-1)}$$

Dans cette formule,

X_t est le trafic téléphonique demandé dans le sens Norvège-Europe à l'instant t (en minutes taxées);

GNP_t est le produit national brut (PNB) de la Norvège en prix réels à l'instant t;

P_t est l'indice des taxes en prix réels pour le trafic acheminé de la Norvège vers l'Europe à l'instant t;

A_t est le pourcentage de trafic téléphonique écoulé en service automatique dans le sens Norvège-Europe, A_t permet de tenir compte de l'impact de l'automation. Pour des raisons statistiques (il est impossible de calculer le logarithme de zéro), la valeur A_t va de 1 à 2 et non pas de 0 à 1;

K est la constante;

a est l'élasticité par rapport au PNB;

b est l'élasticité du prix;

c est l'élasticité par rapport à l'automatisation;

u_t est une variable stochastique représentant l'impact global des variables qui ne sont pas introduites de manière explicite dans le modèle et dont les effets tendent à se compenser (espérance mathématique de $u_t = 0$ et variance de $u_t = \sigma^2$).

Une analyse régressive (OLSQ) nous a permis d'obtenir les coefficients (élasticités) figurant dans le tableau D-1/E.506 pour le modèle de prévision du trafic téléphonique écoulé dans le sens Norvège vers Europe (nos calculs sont fondés sur des données qui correspondent à la période 1951-1980):

Les statistiques t doivent être comparées avec la distribution de Student avec $N-d$ degrés de liberté, où N représente le nombre d'observations et d le nombre de paramètres évalués. Dans cet exemple, $N = 30$ et $d = 4$.

Le modèle «explique» 99,7% des variations du trafic demandé dans le sens Norvège vers Europe au cours de la période 1951-1980.

Ce modèle logarithmique permet de tirer les conclusions suivantes:

- une augmentation du PNB de 1% se traduit par un accroissement du trafic téléphonique de 2,80%,
- une augmentation des taxes de 1%, en termes de prix réels, se traduit par une diminution de 0,26% du trafic téléphonique, et
- un accroissement de A_t égal à 1% se traduit par une augmentation du trafic de 0,29%.

Nous allons maintenant utiliser l'évolution prévue du PNB, des taxes applicables au trafic écoulé vers l'Europe et de l'automatisation de ce trafic pour prévoir l'évolution du trafic téléphonique dans le sens Norvège vers Europe à partir de l'équation suivante:

$$X_t = e_t^{-16,095} \cdot GNP_t^{2,80} \cdot P_t u^{-0,26} \cdot A_t^{0,29} \qquad \text{(D-2)}$$

TABLEAU D-1/E.506

Coefficients	Valeurs estimées	Statistiques t
K	−16,095	−4,2
a	2,799	8,2
b	− 0,264	−1,0
c	0,290	2,1

D.2 *Modèle de décomposition du trafic total écoulé dans le sens Norvège vers Europe*

La méthode de décomposition consiste d'abord à utiliser la tendance pour prévoir le trafic écoulé vers chaque pays. Toutefois, plus nous avançons dans la période de prévision moins nous accordons d'importance à la tendance, c'est-à-dire que, pour chaque pays, nous laisserons la tendance converger sur l'augmentation du trafic total destiné à l'Europe. Ensuite, le trafic écoulé vers chaque pays est ajusté à la hausse ou à la baisse d'une valeur de pourcentage qui est la même pour tous les pays, de telle sorte que la somme du trafic écoulé vers chaque pays soit égale au trafic prévisionnel total écoulé vers l'Europe de l'équation (D-2).

Le modèle de décomposition peut être représenté par l'expression mathématique suivante:

Calcul de la tendance pour le pays i:

$$R_{it} = b_i + a_i \cdot t, \qquad i = 1, \ldots, 34 \qquad t = 1, \ldots, N \tag{D-3}$$

où

$R_{it} = \dfrac{X_{it}}{X_t}$, est la part du pays i dans le trafic total écoulé vers l'Europe;

X_{it} est le trafic écoulé vers le pays i à l'instant t;

X_t est le trafic écoulé vers l'Europe à l'instant t;

t est la variable de la tendance.

a_i et b_i sont deux coefficients qui s'appliquent spécifiquement au pays i; a_i est la tendance du pays i. Nous avons estimé les coefficients par analyse régressive et fondé nos calculs sur le trafic enregistré pendant la période 1966-1980.

Les *parts prévisionnelles* attribuables au pays i sont ensuite calculées de la manière suivante:

$$R_{it} = R_{iN} + a_i \cdot (t - N) \cdot e^{-\frac{t-5}{40}} \tag{D-4}$$

où N est la dernière année d'observation et e la fonction exponentielle.

Le facteur $e^{-\frac{t-5}{40}}$ est un facteur de correction qui permet de s'assurer que la croissance du trafic téléphonique acheminé vers chaque pays convergera sur la croissance du trafic total écoulé vers l'Europe après l'ajustement effectué dans l'équation (D-6).

Pour que la somme des parts revenant à chaque pays soit égale à un, il faut que

$$\sum_i R_{it} = 1 \tag{D-5}$$

Nous obtenons ce résultat en posant l'égalité ci-après pour la part ajustée $\tilde{R}_{it}$:

$$\tilde{R}_{it} = R_{it} \frac{1}{\sum_i R_{it}} \tag{D-6}$$

On calcule ensuite le trafic prévisionnel écoulé vers chaque pays en multipliant le trafic total acheminé vers l'Europe X_t par la part du trafic total revenant à chaque pays:

$$X_{it} = \tilde{R}_{it} \times X_t \tag{D-7}$$

D.3 *Modèle économétrique utilisé pour prévoir le trafic téléphonique écoulé à partir de la Norvège vers l'Amérique centrale, l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Asie et l'Océanie*

Dans le cas présent, nous avons utilisé les mêmes variables explicatives et les mêmes estimations de coefficients. Notre analyse a montré que le nombre de postes téléphoniques en service dans chaque continent constitue une variable explicative plus satisfaisante et plus significative que le produit national brut pour prévoir le trafic écoulé vers tous les continents considérés.

Après avoir effectué une estimation simultanée par sections transversales/séries chronologiques, nous avons obtenu les coefficients repris dans le tableau D-2/E.506 pour le modèle de prévision du trafic téléphonique écoulé dans le sens Norvège vers les continents considérés (pour chaque continent, nos calculs sont fondés sur des données qui correspondent à la période 1961-1980):

TABLEAU D-2/E.506

Coefficients	Valeurs estimées	Statistiques t
Taxes	−1,930	−5,5
Postes téléphoniques	2,009	4,2
Automatisation	0,5	–

Nous avons: $R^2 = 0{,}96$. Le modèle peut être exprimé de la manière suivante:

$$X_t^k = e^K \cdot (TS_t^k)^{2{,}009} \cdot (P_t^k)^{1{,}930} \cdot (A_t^k)^{0{,}5} \qquad \text{(D-8)}$$

où

X_t^k est le trafic téléphonique écoulé vers le continent k (k = Amérique centrale, ..., Océanie) à l'instant t,

e^K est la constante spécifique à chaque continent. S'agissant du trafic téléphonique écoulé à partir de la Norvège vers:

l'Amérique centrale: $K^1 = -11{,}025$
l'Amérique du Sud: $K^2 = -12{,}62$
l'Afrique: $K^3 = -11{,}395$
l'Asie: $K^4 = -15{,}02$
l'Océanie: $K^5 = -13{,}194$

TS_t^k est le nombre de postes téléphoniques dont dispose le continent k à l'instant t,

P_t^k est l'indice des taxes en termes de prix réels pour le trafic écoulé vers le continent k à l'instant t, et

A_t^k est le pourcentage de trafic téléphonique écoulé en service automatique vers le continent k.

Pour prévoir l'évolution du trafic téléphonique écoulé vers le continent considéré à partir de la Norvège, nous utilisons maintenant l'équation (D-8) ainsi que l'évolution prévue en ce qui concerne les taxes applicables au trafic écoulé vers chaque continent, la mise en service de postes téléphoniques dans chaque continent et l'automatisation du trafic téléphonique étudié.

Références

[1] ABRAHAM (A.) et LEDOLTER (J.): Statistical methods for forecasting. *J. Wiley*, New York, 1983.

[2] ALDRIN (M.): Forecasting time series with missing observations. *Stat 15/86 Norwegian Computing Center*, 1986.

[3] ANSLEY (C. F.) et KOHN (R.): Estimation, filtering and smoothing in state space models with incomplete specified initial conditions. *The Annals of Statistics*, 13, pp. 1286 à 1316, 1985.

[4] BARHAM (S. Y.) et DUNSTAN (F. D. J.): Missing values in time series. *Time Series Analysis: Theory and Practice 2*: Anderson, O. D., ed., pp. 25 à 41, North Holland, Amsterdam, 1982.

[5] BØLVIKEN (E.): Forecasting telephone traffic using Kalman Filtering: Theoretical considerations. *Stat 5/86 Norwegian Computing Center*, 1986.

[6] CHEMOUIL (P.) et GARNIER (B.): An adaptive short-term traffic forecasting procedure using Kalman Filtering. *XI International Teletraffic Congress*, Kyoto, 1985.

[7] HARRISON (P. J.) et STEVENS (C. F.): Bayesian forecasting. *Journal of Royal Statistical Society.* Ser B 37, pp. 205 à 228, 1976.

[8] HARVEY (A. C.) et PIERSE (R. G.): Estimating missing observations in econometric time series. *Journal of American Statistical As.*, 79, pp. 125 à 131, 1984.

[9] JONES (R. H.): Maximum likelihood fitting of ARMA models to time series with missing observations. *Technometrics*, 22, n° 3, pp. 389 à 396, 1980.

[10] JONES (R. H.): Time series with unequally spaced data. *Handbook of Statistics 5*. ed. Hannah, E. J., et al., pp. 157 à 177, North Holland, Amsterdam, 1985.

[11] KRUITHOF (J.): Telefoonverkeersrekening. *De Ingenieur*, 52, n° 8, 1937.

[12] MORELAND (J. P.): A robust sequential projection algorithm for traffic load forecasting. *The Bell Technical Journal*, 61, pp. 15 à 38, 1982.

[13] PACK (C. D.) et WHITAKER (B. A.): Kalman Filter models for network forecasting. *The Bell Technical Journal*, 61, pp. 1 à 14, 1982.

[14] STORDAHL (K.) et HOLDEN (L.): Traffic forecasting models based on top down and bottom up models. *ITC 11*, Kyoto, 1985.

[15] SZELAG (C. R.): A short-term forecasting algorithm for trunk demand servicing. *The Bell Technical Journal*, 61, pp. 67 à 96, 1982.

[16] TU (M.) et PACK (D.): Improved forecasts for local telecommunications network. 6th International Forecasting Symposium, Paris, 1986.

[17] WRIGHT (D. H.): Forecasting irregularly spaced data: An extension of double exponential smoothing. *Computer and Engineering*, 10, pp. 135 à 147, 1986.

[18] WRIGHT (D. H.): Forecasting data published at irregular time intervals using an extension of Holt's method. *Management science*, 32, pp. 499 à 510, 1986.

[19] *Tableau des relations et du trafic télex internationaux*, UIT, Genève, 1973-1984.

Recommandation E.507[1)]

MODÈLES DE PRÉVISION DU TRAFIC INTERNATIONAL

1 Introduction

La mise au point de modèles économétriques et de modèles fondés sur des séries chronologiques et l'établissement de prévisions supposent que l'on connaisse bien les méthodes et les techniques pour pouvoir faire face à toute une série de situations différentes. Ainsi, la présente Recommandation expose certaines idées de base et renvoie le lecteur pour de plus amples détails aux publications de la liste des références. En tant que telle la présente Recommandation n'est pas censée être un guide complet pour la construction de modèles économétriques et de modèles fondés sur les séries chronologiques ainsi que pour l'établissement de prévisions.

La présente Recommandation donne également des indications pour construire divers modèles de prévision: identification du modèle, introduction de variables explicatives, ajustement pour corriger les irrégularités, estimation des paramètres, vérifications par diagnostic, etc.

La présente Recommandation décrit en outre diverses méthodes d'évaluation et de choix des modèles de prévision.

2 Construction du modèle de prévision

On peut aisément décomposer le processus de construction du modèle en quatre étapes successives. La première étape consiste à trouver une classe de modèles appropriée à la réalité. Le choix pourra porter par exemple sur des modèles simples, des modèles à lissage, des modèles à autorégression, des modèles à autorégression à moyenne glissante intégrée (ARIMA) ou encore des modèles économétriques. Avant de retenir une classe de modèles, il faut évaluer le rôle que peuvent jouer des variables externes. Si certaines variables externes particulières influent de manière appréciable sur le trafic demandé, elles doivent être retenues dans les modèles de prévision pourvu qu'une quantité suffisante de données historiques soit disponible.

L'étape suivante consiste à identifier un modèle provisoire dans la classe de modèles qui a été choisie. Si la classe retenue est trop vaste pour permettre un ajustement direct et sans inconvénient par rapport aux données, on peut utiliser des méthodes approximatives en vue d'identifier des sous-classes. De telles méthodes d'identification des modèles impliquent l'existence de données et une connaissance du système pour formuler avec parcimonie un choix approprié de sous-classe de modèles. Il peut également arriver que la procédure d'identification soit utilisée pour obtenir une estimation approximative préliminaire des paramètres du modèle. Ensuite, le modèle provisoire est ajusté aux données à l'aide d'une estimation des paramètres. En règle générale, on utilise des estimateurs par la méthode du maximum de vraisemblance ou par celle des moindres carrés.

L'étape suivante consiste à faire une vérification du modèle. Cette procédure, souvent appelée vérification par diagnostic, vise à déterminer le degré d'adéquation du modèle par rapport aux données et à indiquer des solutions possibles lorsque l'écart entre le modèle et les données est jugé trop important. Cette étape peut donc déboucher sur l'acceptation du modèle si l'adéquation obtenue est acceptable et, si elle ne l'est pas, c'est le signe que l'on peut désormais procéder à l'estimation et à la vérification par diagnostic d'autres modèles provisoires.

[1)] Le texte de l'ancienne Recommandation E.506 du *Livre rouge* a été réparti entre les nouvelles Recommandations E.506 et E.507 avec l'adjonction d'un grand nombre d'éléments nouveaux.

La figure 1/E.507 décrit les différentes étapes de la procédure de construction du modèle.

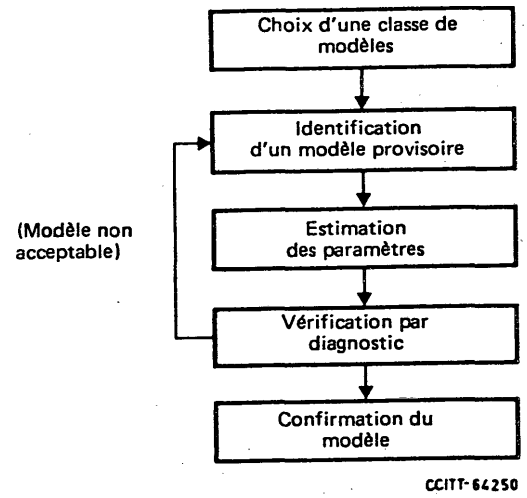


FIGURE 1/E.507

Différentes étapes du processus de construction d'un modèle

3 Divers modèles de prévision

L'objectif du présent § 3 est de donner un bref aperçu général des modèles de prévision les plus importants. Dans le Manuel du GAS 10 cité en [5] on trouvera une description plus détaillée des différents modèles.

3.1 *Modèles d'adjustement de la courbe*

Dans les modèles d'ajustement de la courbe, on extrapole la tendance du trafic en calculant les valeurs des paramètres d'une certaine fonction qui doit caractériser l'accroissement du trafic international dans le temps. Les calculs numériques de certains modèles d'ajustement de la courbe peuvent être effectués par la méthode des moindres carrés.

Voici des exemples des modèles d'ajustement de la courbe les plus couramment utilisés pour la prévision du trafic international.

Fonction linéaire: $Y_t = a + bt$ (3-1)

Fonction parabolique: $Y_t = a + bt + ct^2$ (3-2)

Fonction exponentielle: $Y_t = ae^{bt}$ (3-3)

Fonction logistique: $Y_t = \dfrac{M}{1 + ae^{bt}}$ (3-4)

Fonction de Gompertz: $Y_t = M(a)^{bt}$ (3-5)

où

Y_t représente le trafic à l'instant t,

a, b, c sont des paramètres,

M est un paramètre représentant le niveau de saturation.

On trouvera aux figures 2/E.507 et 3/E.507 les différentes courbes de tendance.

Les courbes logistiques et les courbes de Gompertz diffèrent des courbes linéaires, paraboliques et exponentielles en ce qu'elles ont un niveau de saturation ou un niveau plafond. Pour de plus amples détails, voir [10].

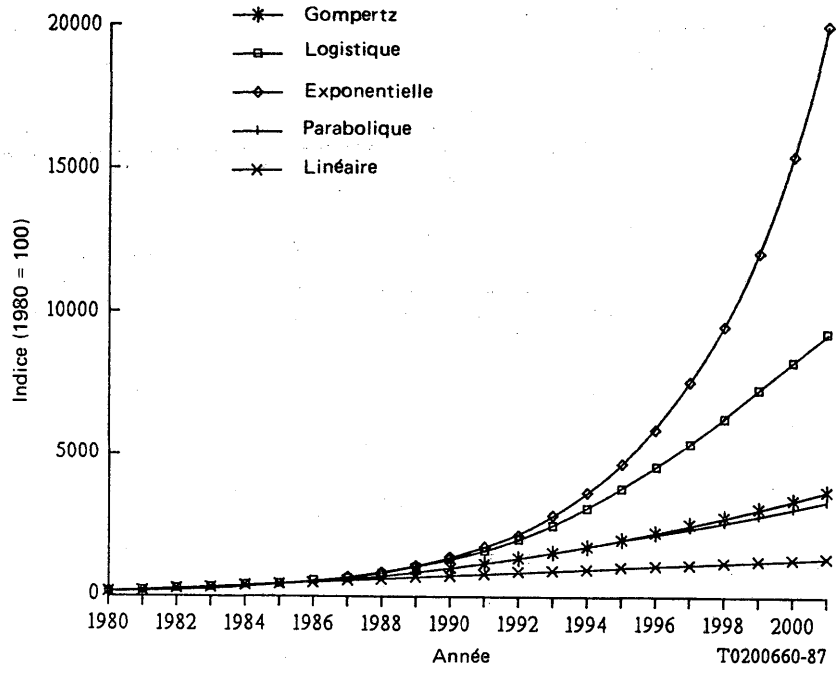


FIGURE 2/E.507

Exemple d'ajustement du trafic téléphonique international à l'aide de différents modèles

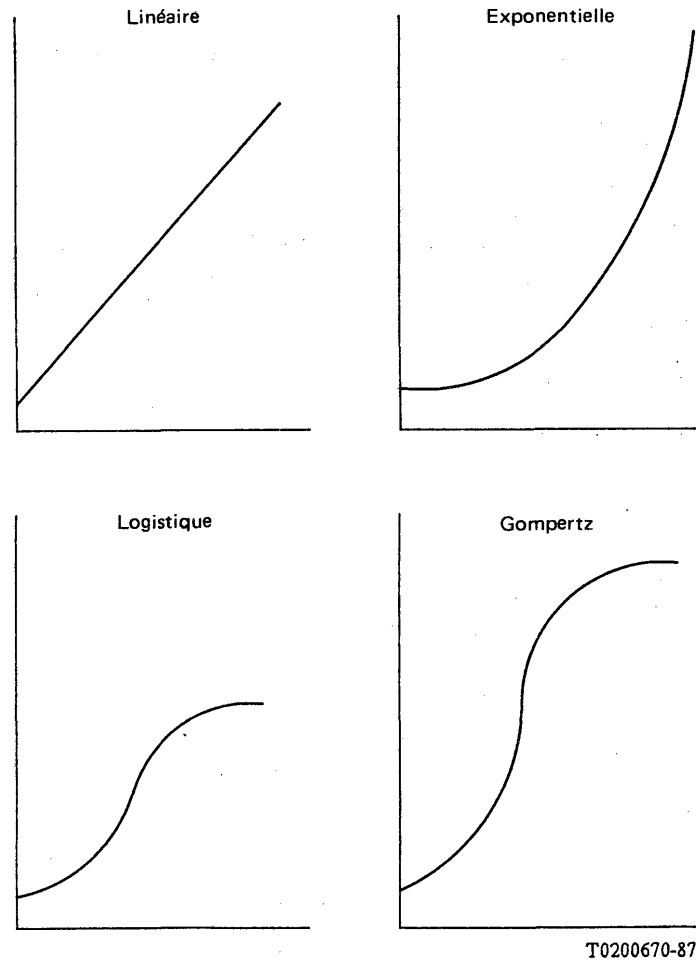


FIGURE 3/E.507

Exemples d'ajustement de courbes

3.2 *Modèles à lissage*

On peut, en appliquant un processus de lissage pour l'ajustement de la courbe, calculer les paramètres du modèle, et ajuster ainsi parfaitement les données actuelles, mais pas nécessairement les données obtenues longtemps auparavant.

Le procédé de lissage le plus connu est celui de la moyenne glissante. Le degré de lissage dépend du nombre d'observations les plus récentes qui sont prises en compte pour la moyenne et qui ont toutes le même poids.

Outre les modèles à moyenne glissante, il existe d'autres modèle à lissage fondés sur la pondération des observations. Les modèles les plus courants sont:

- les modèles à lissage exponentiel simples,
- les modèles à lissage exponentiel doubles,
- les modèles à régression décomptée,
- la méthode de Holt,
- les modèles saisonniers de Holt-Winters.

Par exemple, dans les modèles à lissage exponentiel, le poids donné aux observations antérieures décroit géométriquement avec l'ancienneté selon l'équation suivante:

$$\hat{\mu}_t = (1 - a)Y_t + a\hat{\mu}_{t-1} \tag{3-6}$$

Y_t est le trafic mesuré à l'instant t,

$\hat{\mu}_t$ est le niveau prévu à l'instant t,

a est le facteur de décompte [et $(1 - a)$ est le paramètre de lissage].

L'impact des observations passées sur les prévisions dépend de l'importance du facteur de décompte.

L'emploi des modèles à lissage est tout indiqué dans les prévisions à court terme. Pour de plus amples renseignements, voir [1], [5] et [9].

3.3 *Modèles à autorégression*

Si l'on peut exprimer la demande de trafic X_t à l'instant t comme une combinaison linéaire d'anciennes observations équidistantes de la demande trafic antérieure, on est en présence d'un processus à autorégression. Le modèle est alors défini par l'expression:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \ldots + \Phi_p X_{t-p} + a_t \tag{3-7}$$

où

a_t est le bruit blanc à l'instant t;

Φ_k, pour $k = 1, \ldots p$ sont les paramètres d'autorégression.

On utilise la notation $AR(p)$ pour le modèle puisqu'il est d'ordre p.

Une analyse à régression permet d'estimer les paramètres. Par suite de tendances communes, on constate en général une forte corrélation entre les variables exogènes $(X_{t-1}, X_{t-2}, \ldots X_{t-p})$ et, partant, les estimations des paramètres seront en corrélation. De plus, il est assez difficile de soumettre les estimations à des tests d'importance mathématique.

On peut encore calculer les coefficients d'autocorrélation empirique et utiliser ensuite les équations de Yule-Walker pour faire une estimation des paramètres $[\Phi_k]$. Cette procédure peut être appliquée lorsque les séries chronologiques $[X_t]$ sont stationnaires. Par contre, si les séries chronologiques ne sont pas stationnaires, on peut souvent les transformer en séries stationnaires, par exemple en les différenciant. La procédure d'estimation est décrite au § A.1.

3.4 *Modèes à autorégression à moyenne glissante intégrée (ARIMA)*

Les modèles à autorégression à moyenne glissante appelés modèles ARMA, constituent une extension de la classe des modèles à autorégression, laquelle comprend également les modèles à moyenne glissante. Un modèle à moyenne glissante d'ordre q est défini par la formule:

$$X_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \ldots - \theta_q a_{t-q} \tag{3-8}$$

où

a_t est le bruit blanc à l'instant t;

$[\theta_k]$ sont les paramètres de moyenne glissante.

En supposant que l'on peut exprimer le terme de bruit blanc utilisé dans les modèles à autorégression du § 3.3 avec un modèle à moyenne glissante, on obtient un modèle appelé modèle ARMA (p, q) et défini comme suit:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \ldots + \Phi_p X_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \ldots - \theta_q a_{t-q} \tag{3-9}$$

Le modèle ARMA décrit une série chronologique stationnaire. Si la série chronologique n'est pas stationnaire, il faut distinguer les séries, comme suit:

Si Y_t est la série chronologique et B l'opérateur à décalage vers l'arrière on obtient:

$$X_t = (1 - B)^d Y_t \tag{3-10}$$

où

d représente le nombre de différences pour obtenir le caractère stationnaire.

On obtient le nouveau modèle ARIMA (p, d, q) en insérant l'équation (3-10) dans l'équation (3-9).

La méthode utilisée pour analyser de telles séries chronologiques a été mise au point par MM. G. E. P. Box et G. M. Jenkins [3]. Pour analyser et prévoir lesdites séries chronologiques, il faut en général faire appel à un ensemble de programmes à séries chronologiques.

Comme le montre la figure 1/E.507, on procède à l'identification d'un modèle provisoire en déterminant les transformations nécessaires ainsi qu'un certain nombre de paramètres d'autorégression et de moyenne glissante. L'identification découle de la structure des autocorrélations et des autocorrélations partielles.

L'étape suivante, conformément à la figure 1/E.507, est celle de la procédure d'estimation par la méthode du maximum de vraisemblance. Malheureusement, les résultats sont difficiles à obtenir avec cette méthode parce qu'il faut résoudre un système d'équations non linéaire. Dans la pratique, les calculs de ce type doivent être effectués à l'aide d'un programme informatique. Le modèle de prévision est fondé sur l'équation (3-9) et le procédé consistant à faire des prévisions l unités de temps à l'avance est décrit au § A.2.

Les modèles de prévision décrits jusqu'ici sont des modèles à variable unique. On peut également faire intervenir des variables explicatives. Dans ce cas, le système sera décrit par un modèle à fonction de transfert. Les méthodes utilisées pour l'analyse des séries chronologiques dans un tel modèle sont assez identiques aux méthodes décrites plus haut.

On trouvera une description détaillée des modèles ARIMA en [1], [2], [3], [5], [11], [15] et [17].

3.5 *Modèles spatiaux d'état avec filtrage de Kalman*

Les modèles spatiaux d'état sont un moyen de représenter des processus discrets en temps à l'aide d'équations aux différences. Ce type de modélisation permet de convertir un modèle linéaire général quelconque en une forme appropriée pour l'estimation et la prévision récursives. On trouvera une description plus détaillée des modèles spatiaux d'état ARIMA en [1].

Pour un processus stochastique, la représentation peut prendre la forme suivante:

$$X_{t+1} = \Phi X_t + Z_t + \omega_t \tag{3-11}$$

et

$$Y_t = HX_t + \nu_t \tag{3-12}$$

où

X_t est un vecteur s de variables d'état au cours de la période t,

Z_t est un vecteur s d'événements déterministes,

Φ est une matrice de transition $s \times s$ pouvant en général dépendre de t,

ω_t est un vecteur s d'erreurs de modélisation aléatoires,

Y_t est un vecteur d de mesures au cours de la période t,

H est une matrice $d \times s$ appelée matrice d'observation, et

ν_t est un vecteur d d'erreurs de mesure.

Aussi bien ω_t dans la formule (3-11) et que ν_t dans la formule (3-12) sont des séquences aléatoires additives avec statistiques connues. La valeur prévue de chaque séquence est le vecteur zéro, et ω_t ainsi que ν_t répondent aux conditions suivantes:

$$\begin{aligned} E\left[\omega_t \omega_j^T\right] &= Q_t \delta_{tj} \text{ pour toutes les valeurs de } t, j, \\ E\left[\nu_t \nu_j^T\right] &= R_t \delta_{tj} \text{ pour toutes les valeurs de } t, j, \end{aligned} \tag{3-13}$$

où

Q_t et R_t sont des matrices définies non négatives,[2)]

et

δ_{tj} est le delta de Kronecker.

Q_t est la matrice de covariance des erreurs de modélisation et R_t est la matrice de covariance des erreurs de mesure; on suppose que les valeurs de ω_t et ν_t ne sont pas corrélées et qu'elles sont assimilées à un bruit blanc. En d'autres termes:

$$E\left[\nu_t \omega_j^T\right] = 0 \text{ pour toutes les valeurs de } t, j, \tag{3-14}$$

et

$$E\left[\nu_t X_0^T\right] = 0 \text{ pour toutes les valeurs de } t. \tag{3-15}$$

Sur la base des hypothèses précédentes, on détermine $X_{t,t}$ de telle sorte que:

$$E\left[(X_{t,t} - X_t)^T (X_{t,t} - X_t)\right] = \text{minimum}, \tag{3-16}$$

où

$X_{t,t}$ est une estimation du vecteur d'état à l'instant t, et

X_t est le vecteur des vraies variables d'état.

[2)] A est une matrice définie non négative si, et seulement si, pour tous les vecteurs z, $z^T A z \geqslant 0$.

La technique de filtrage de Kalman permet d'évaluer les variables d'état de manière récursive pour des applications en ligne. On procède comme suit: en supposant qu'il n'y a pas de variable explicative Z_t, chaque nouveau point de données devenant disponible est utilisé pour actualiser le modèle:

$$X_{t,t} = X_{t,t-1} + K_t(Y_t - HX_{t,t-1}) \tag{3-17}$$

où

K_t est la matrice de gain de Kalman, qui peut être calculée de manière récursive [18].

Intuitivement, la matrice de gain détermine le poids relatif qui sera donné à la dernière erreur de prévision observée pour compenser cette erreur. Afin d'établir une prévision d'intervalle d'anticipation k, on utilise la formule suivante:

$$X_{t+k,t} = \Phi^k X_{t,t} \tag{3-18}$$

dans laquelle

$X_{t+k,t}$ est une estimation de X_{t+k} observations données $Y_1, Y_2 \ldots, Y_t$.

Les formules (3-17) et (3-18) montrent que la technique de filtrage de Kalman aboutit à une procédure de prévision commode de nature récursive et qu'elle permet d'obtenir des estimations sans distorsion de variance minimum pour le processus discret en temps qui est considéré.

On trouvera des détails supplémentaires dans [4], [5], [16], [18], [19] et [22].

Le filtrage de Kalman fonctionne bien lorsque les données examinées sont saisonnières. Les données relatives à la charge de trafic saisonnière peuvent être représentées par une série chronologique périodique. Ainsi, on peut obtenir un filtre de Kalman saisonnier en superposant un modèle de croissance linéaire et un modèle saisonnier.

On trouvera une description plus détaillée des techniques de filtrage de Kalman saisonnier dans [6] et [20].

3.6 *Modèles à régression*

Les formules (3-1) et (3-2) représentent des modèles à régression typiques où le trafic Y_t est la variable dépendante (ou explicative) et le temps t la variable indépendante.

Un modèle à régression décrit une relation linéaire entre la variable dépendante et la variable indépendante. Sur la base de certaines hypothèses, on peut utiliser la méthode des moindres carrés ordinaires pour évaluer les paramètres.

Un modèle comportant plusieurs variables indépendantes est appelé modèle à régression multiple. Il s'exprime ainsi:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \ldots + \beta_k X_{kt} + u_t \tag{3-19}$$

où

Y_t est le trafic à l'instant t,

β_i, $i = 0, 1, \ldots, k$ sont les paramètres,

X_{ii}, $i_e = 1, 2, \ldots, k$ est la valeur des variables indépendantes à l'instant t

u_t est le terme d'erreur à l'instant t.

Les variables indépendantes ou explicatives susceptibles d'être utilisées dans le modèle à régression représentent par exemple la tarification, l'exportation et l'importation ou un degré d'automatisation. D'autres variables explicatives sont citées dans le § 2 («Données de base pour les prévisions») de la Recommandation E.506.

On trouvera une description détaillée des modèles à régression en [1], [5], [7], [15] et [23].

3.7 *Modèles économétriques*

Les modèles économétriques utilisent des équations établissant un rapport entre une variable devant être prévue (la variable dépendante ou endogène) et un certain nombre de variables socio-économiques (appelées variables indépendantes ou explicatives). La forme des équations doit refléter une relation de causalité prévue

entre les variables. Selon une forme de modèle supposée, des données historiques ou des données de section transversale sont utilisées afin de prévoir les coefficients de l'équation. Si l'on suppose que le modèle conserve sa validité à terme, les estimations des valeurs futures des variables indépendantes peuvent être utilisées afin de prévoir les variables présentant un intérêt. Un exemple de modèle économétrique typique est donné dans l'annexe C.

On peut utiliser une large gamme de modèles et un certain nombre de méthodes pour estimer les coefficients (par exemple, les méthodes des moindres carrés, à paramètres variables, la régression non-linéaire, etc.). A bien des points de vues, la gamme des modèles économétriques disponibles est bien plus flexible que celle des autres modèles. Ainsi, pour ne prendre que quelques exemples, les modèles économétriques permettent d'incorporer les effets décalés, de pondérer les observations, d'intégrer les modèles résiduels ARIMA, de regrouper des informations sur différentes sections et de faire varier les paramètres.

L'un des principaux avantages de la construction d'un modèle de prévision économétrique est qu'il faut identifier correctement la structure ou le processus dont on extrait les données et déterminer des liens de causalité appropriés. Une identification explicite de la structure fait que les modèles économétriques se prêteront mieux que d'autres modèles à l'identification des erreurs commises dans la prévision.

Avec un modèle économétrique, il est facile d'isoler les modifications structurelles et d'éliminer les éléments non homogènes dans les données historiques ou d'en pondérer correctement l'influence. Par ailleurs, des modifications intéressant les facteurs qui influent sur les variables considérées peuvent être facilement intégrées dans les prévisions obtenues à partir d'un modèle économétrique.

On peut souvent élaborer un modèle économétrique relativement fiable avec moins d'observations qu'il n'en faut pour un modèle à séries chronologiques. Pour les modèles à régression par groupements, seules quelques observations intéressant plusieurs sections transversales suffisent si l'on veut construire un modèle applicable aux prévisions.

Cependant, il convient d'apporter beaucoup de soins à l'estimation d'un modèle afin de satisfaire aux hypothèses fondamentales des techniques décrites dans un certain nombre de documents énumérés dans la liste de références placée à la fin de la présente Recommandation. Par exemple, le nombre de variables indépendantes que l'on peut utiliser est limité par la quantité de données disponibles pour l'estimation du modèle. De même, il faut éviter les variables indépendantes entre lesquelles existent des corrélations. Il est parfois possible d'éviter la corrélation entre les variables par l'utilisation de données différenciées ou pour lesquelles il n'est pas tenu compte des tendances, ou encore par la transformation des variables. On trouvera des renseignements supplémentaires dans [8], [12], [13], [14] et [21].

4 Discontinuités dans l'accroissement du trafic

4.1 *Exemples de discontinuité*

Il est parfois difficile d'évaluer à l'avance l'ampleur d'une discontinuité. L'influence des facteurs qui causent des discontinuités est souvent étalée sur une période transitoire, et la discontinuité n'apparaît pas de façon évidente. Par ailleurs, il est difficile de déceler avec certitude les discontinuités dues à l'introduction, par exemple, de l'exploitation automatique dans le service international, toute modification du mode d'exploitation s'accompagnant en général d'autres changements (par exemple, des réductions de tarifs).

Le diagramme de la figure 4/E.507 permet de voir l'influence des discontinuités sur l'accroissement du trafic.

On connaît des cas de discontinuités qui ont doublé ou plus que doublé l'intensité du trafic. Il convient de relever aussi que la tendance d'accroissement du trafic peut changer après une discontinuité.

S'agissant de prévisions à court terme, il y aura peut-être intérêt à considérer la tendance du trafic entre les discontinuités; en revanche, pour des prévisions à long terme, il peut être préférable d'avoir recours à une estimation de tendance fondée sur des observations à long terme, compte tenu des discontinuités précédentes.

A part les fluctuations aléatoires dues à des pointes imprévisibles de trafic, à des dérangements, etc., les mesures de trafic sont sujettes à des fluctuations systématiques dues à des cycles journaliers ou hebdomadaires de l'intensité du trafic, à l'influence des différences d'heure, etc.

4.2 *Introduction de variables explicatives*

Le processus qui consiste à identifier des variables explicatives pour un modèle économétrique est probablement l'aspect le plus épineux de l'élaboration des modèles économétriques. Les variables explicatives utilisées dans un modèle économétrique mettent en évidence les principaux facteurs qui influent sur la variable considérée. On trouvera une liste de variables explicatives dans le § 2 de la Recommandation E.506.

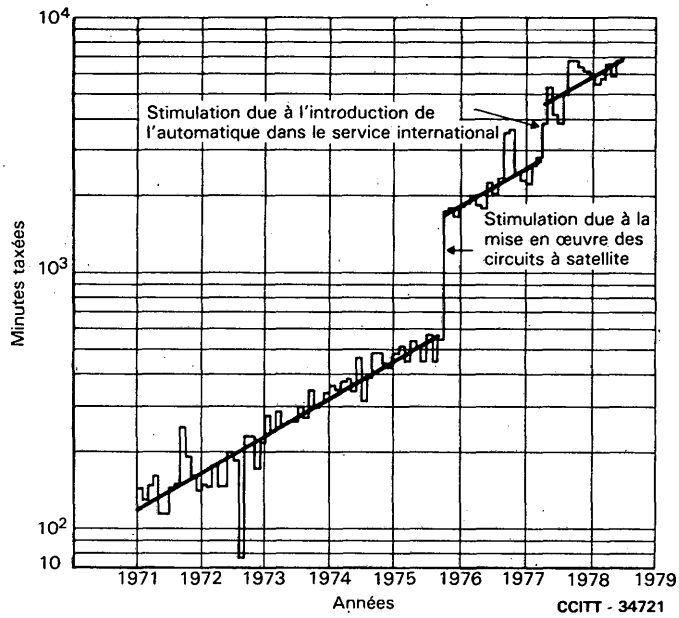


FIGURE 4 /E.507

Nombre de minutes taxées des communications téléphoniques au départ de l'Australie vers le Sri Lanka

La théorie économique est le point de départ de la sélection des variables et, plus précisément, la théorie de la demande fournit le cadre fondamental permettant d'élaborer le modèle général. Toutefois, la description de la structure ou du processus dont sont extraites les données conditionne souvent le choix des variables appelées à être retenues dans la série des variables explicatives. Par exemple, on peut être amené à incorporer des relations technologiques dans le modèle pour définir correctement la structure.

Le choix des variables explicatives est soumis à certains critères (par exemple, le $\overline{R}^2$, la statistique de Durbin-Watson, l'erreur quadratique moyenne, le niveau de prévision «ex-post»; pour obtenir les explications à ce sujet, on se reportera à la liste de références placée à la fin de la Recommandation). Malgré tout, des problèmes statistiques et/ou la disponibilité des données (historiques ou prévues) limitent l'éventail possible des variables explicatives et il faut souvent utiliser des variables supplétives. Par ailleurs, contrairement aux modèles statistiques purs, les modèles économétriques admettent des variables explicatives non seulement sur la base de critères statistiques mais aussi parce qu'il faut effectivement tenir compte de liens de causalité.

Un modèle économétrique entièrement spécifié pourra capter les points de variation. On n'observera aucune discontinuité dans la variable dépendante à moins que les paramètres du modèle subissent une transformation radicale en un laps de temps très bref. La présence de discontinuités dans l'accroissement du tarif téléphonique est une indication que le marché ou la structure technologique sous-jacents ont subi de profonds changements.

Pour capter des modifications durables de l'accroissement du trafic demandé, on peut utiliser la régression à paramètres variables ou encore introduire une variable dont la présence sert à expliquer la discontinuité (on peut, par exemple, introduire une variable relative à la publicité si l'on considère que la publicité est à l'origine de la modification structurelle). Le problème des discontinuités définitives ou graduelles ne peut pas être résolu par l'introduction de variables explicatives: dans ce cas, on utilisera des variables fictives.

4.3 *Introduction de variables fictives*

Avec un modèle économétrique, l'utilisation de variables qualitatives est souvent pertinente et, pour évaluer l'impact de ces variables, on introduit des variables fictives. Dans la technique des variables fictives, la valeur 1 correspond à la présence de l'attribut qualitatif qui influe sur la variable dépendante et la valeur 0 représente l'absence de cet attribut.

Les variables fictives sont donc appropriées lorsqu'on est en présence d'une discontinuité de la variable dépendante. Pour une variable fictive, on adoptera, par exemple, la valeur 0 pendant la période historique au cours de laquelle les appels ont été traités par une opératrice et la valeur 1 pour la période au cours de laquelle ils sont écoulés en service automatique.

On utilise souvent des variables fictives pour capter les points de variation de la variable dépendante qui sont imputables à des facteurs saisonniers ou lorsqu'il est nécessaire de supprimer l'effet qu'un élément non homogène produit sur les paramètres du modèle: il peut s'agir d'un accroissement soudain du trafic demandé à la suite d'une grève dans les services postaux ou d'un brusque repli imputable à des pannes d'installations quand les conditions météorologiques sont très mauvaises.

Il faut éviter d'utiliser les variables fictives sans discernement car:

1) elles tendent à absorber toute la puissance explicative pendant les discontinuités, et
2) elles aboutissent à une réduction du nombre de degrés de liberté.

5 Spécification des modèles

5.1 *Considérations générales*

Le présent § 5 décrit des méthodes qui permettent de tester l'importance mathématique des paramètres et de calculer des intervalles de confiance pour certains modèles de prévision mentionnés au § 3. Seront abordées en particulier les méthodes ayant trait aux analyses par régression et par séries chronologiques.

Tous les modèles de prévision économétriques présentés ici sont décrits comme des modèles à régression. Les modèles d'ajustement de courbe considérés au § 3.1 peuvent également être présentés comme des modèles à régression.

Le modèle exponentiel du type

$$Z_t = ae^{bt} \cdot u_t \tag{5-1}$$

peut être représenté sous une forme linéaire:

$$\ln Z_t = \ln a + bt + \ln u_t \tag{5-2}$$

ou encore

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + a_t \tag{5-3}$$

avec

$Y_t = \ln Z_t$

$\beta_0 = \ln a$

$\beta_1 = b$

$X_t = t$

$a_t = \ln u_t$ (bruit blanc).

5.2 *Autocorrélation*

Un bon modèle de prévision doit donner des résidus faiblement autocorrélés. Si la corrélation entre les résidus est importante, il se peut que l'estimation des paramètres et les prévisions soient médiocres. Pour vérifier si les erreurs sont corrélées, on détermine la fonction d'autocorrélation r_k, $k = 1, 2, \ldots$ où r_k est l'autocorrélation estimée des résidus au décalage dans le temps k. Pour évaluer l'autocorrélation entre les résidus, une solution consiste à représenter la fonction d'autocorrélation et à procéder à un test de Durbin-Watson. La formule de la statistique de Durbin-Watson est:

$$\text{D-W} = \frac{\sum_{t=2}^{N} (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{N} e_t^2} \tag{5-4}$$

où

e_t est le résidu estimé à l'instant t,

N est le nombre d'observations.

5.3 *Test d'importance mathématique des paramètres*

L'une des méthodes qui permettent d'évaluer un modèle de prévision consiste à analyser le rôle joué par différentes variables exogènes. Après avoir fait une estimation des paramètres dans le modèle à régression, il faut en contrôler l'importance mathématique.

Pour l'exemple de modèle économétrique décrit à l'annexe C, les valeurs estimées des paramètres sont indiquées. L'estimation de l'écart-type figure entre parenthèses sous ces valeurs. En règle générale, on considère que les paramètres sont significatifs si la valeur absolue des estimations est supérieure au double de la valeur de l'écart-type prévisionnel. Pour tester plus précisément l'importance mathématique des paramètres, on tiendra compte des lois de leurs estimateurs.

Le coefficient de corrélation multiple (ou coefficient de détermination) peut servir de critère pour l'ajustement de l'équation.

Le coefficient de corrélation multiple R^2 est donné par la formule:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (\hat{Y}_i - \overline{Y})^2}{\sum_{i=1}^{N} (Y_i - \overline{Y})^2} \tag{5-5}$$

Si le coefficient de corrélation multiple est proche de l'unité, l'ajustement réalisé est satisfaisant, mais un coefficient R^2 élevé ne permet pas systématiquement d'obtenir des prévisions précises.

Avec une analyse par séries chronologiques, le modèle est abordé sous un angle différent. Comme nous l'avons indiqué au § 3.4, le nombre de paramètres autorégressifs de moyenne glissante dans un modèle ARIMA est obtenu par une procédure d'identification fondée sur la structure de la fonction d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle.

L'estimation des paramètres et de leurs écarts-types est fondée sur une procédure d'estimation itérative non linéaire. Donc, avec un programme informatique d'analyse par séries chronologiques, il est possible de faire une estimation des paramètres en étudiant les écarts-types prévisionnels de la même manière que dans l'analyse par régression.

Pour effectuer un test global de l'ajustement, on utilise la statistique

$$Q_{N-d} = \sum_{i=1}^{N} r_i^2 \tag{5-6}$$

dans laquelle r_i est l'autocorrélation estimée au décalage dans le temps i, et d est le nombre de paramètres du modèle. Lorsque le modèle est approprié, Q_{N-d} est approximativement distribué selon la loi du χ^2 avec $N - d$ degrés de liberté. Pour contrôler l'adéquation, il est possible de comparer la valeur Q_{N-d} avec des fractiles de la loi du χ^2.

5.4 *Validité des variables exogènes*

Le principe des modèles de prévision économétriques repose sur l'utilisation d'une série de variables exogènes pour expliquer l'évolution de la variable endogène (c'est-à-dire du trafic demandé). Des prévisions relatives aux variables exogènes sont nécessaires si l'on veut prévoir le trafic demandé. Il est très important de noter qu'une variable exogène ne saurait être incorporée au modèle de prévision si le niveau de confiance obtenu pour la variable prévue est inférieur à celui de la prévision du trafic demandé.

Supposons que l'on connaît exactement le développement de la variable exogène, comme c'est par exemple le cas avec des modèles simples dans lesquels le temps est représenté par des variables explicatives. Si l'adéquation du modèle est bonne et si l'on obtient une distribution normale du bruit blanc avec une espérance mathématique nulle, il est possible de calculer les limites de confiance des prévisions, tâche facilement réalisable avec un programme d'ordinateur.

Par contre, il n'est généralement pas possible de prévoir avec exactitude les valeurs de la plupart des variables explicatives. La confiance de la prévision diminuera donc avec le nombre de périodes et, partant, les variables explicatives feront croître l'intervalle de confiance des prévisions proportionnellement au nombre de périodes de prévision. Dans un tel contexte, il est difficile de calculer un intervalle de confiance autour des valeurs prévues.

Si l'on peut exprimer le trafic demandé en utilisant un modèle à autorégression à moyenne glissante, aucune variable explicative n'est incluse dans le modèle. Donc s'il n'y a pas de variables explicatives dans le modèle, on peut calculer les limites de confiance des valeurs prévisionnelles en utilisant pour cela des programmes informatiques d'analyse par séries chronologiques.

5.5 *Intervalles de confiance*

Dans le contexte des prévisions, on appelle intervalle de confiance une construction statistique destinée à limiter le cadre des prévisions. Comme les modèles statistiques ne sont pas exempts d'erreurs, il y a une part d'incertitude dans l'estimation des paramètres. En d'autres termes, même si l'on a identifié le modèle de prévision approprié, des erreurs interviendront dans l'estimation des paramètres et dans les prévisions à cause des facteurs endogènes. Les intervalles de confiance tiennent compte de l'incertitude inhérente à l'estimation des paramètres.

Dans un modèle à liens de causalité, la prévision des variables explicatives est une autre source d'incertitude pour les prévisions concernant la série étudiée. Les intervalles de confiance sont alors impuissants et on néglige en général l'incertitude, bien qu'elle puisse être plus significative que l'incertitude propre à l'estimation des coefficients. Par ailleurs, l'incertitude imputable à d'éventuels chocs extérieurs n'apparaît pas dans les intervalles de confiance.

Pour un modèle à régression linéaire et statique, l'intervalle de confiance de la prévision dépend de la fiabilité des coefficients de régression, de la taille de la variance résiduelle et des valeurs des variables explicatives. L'intervalle de confiance de 95% correspondant à une valeur prévue Y_{N+1} est exprimé comme suit:

$$\hat{Y}_N(1) - 2\hat{\sigma} \leqslant Y_{N+1} \leqslant \hat{Y}_N(1) + 2\hat{\sigma} \qquad (5\text{-}7)$$

où $\hat{Y}_N(1)$ est la prévision avec un intervalle d'anticipation et $\hat{\sigma}$ l'erreur type de la prévision.

On prévoit donc avec une probabilité de 95% que la valeur réelle de la série à l'instant $N + 1$ sera située à l'intérieur des limites de l'intervalle de confiance en supposant que la prévision des variables explicatives est totalement exempte d'erreurs.

6 Comparaison de différents modèles de prévision

6.1 *Contrôle de diagnostic — Evaluation des modèles*

Les essais et les contrôles de diagnostic sont des éléments importants dans la procédure d'élaboration des modèles. La qualité des modèles est déterminée par leurs résidus. Un bon modèle de prévision doit donner des résidus faiblement autocorrélés, la variance des résidus ne devant pas augmenter ou diminuer et l'espérance mathématique des résidus devant être nulle ou proche de zéro. La précision de la prévision dépend de la valeur des résidus, qui doivent être faibles.

En outre, les limites de confiance des estimations de paramètres et des prévisions doivent être relativement réduites. De même, pour qu'un modèle soit satisfaisant, l'erreur quadratique moyenne doit être faible par rapport aux résultats obtenus avec d'autres modèles.

6.2 *Prévision des niveaux et prévisions des variations*

Beaucoup de modèles économétriques sont élaborés à partir des niveaux des variables dépendantes et indépendantes. Comme les variables économiques évoluent simultanément dans le temps, on peut obtenir des coefficients de détermination élevés. La colinéarité constatée dans les niveaux des variables explicatives ne pose pas de problèmes lorsqu'un modèle est utilisé uniquement pour faire des prévisions car les caractéristiques de colinéarité obtenues à un moment donné se retrouvent par la suite. Toutefois, si l'on essaie d'évaluer les coefficients structurels (par exemple, l'élasticité de prix et l'élasticité de revenu), la colinéarité des variables explicatives, encore appelée multicolinéarité, fait que les coefficients prévisionnels donnent des résultats qui ne sont pas fiables.

Si l'on cherche à éviter le problème de la multicolinéarité et à obtenir des estimations de coefficient et des prévisions utilisables comme référence, il est possible de procéder à des changements de variables (première différence ou différence logarithmique équivalant à une modification en pourcentage) pour estimer un modèle et faire des prévisions à partir de ce modèle. Par des changements de variables à estimer, un modèle tend à supprimer les effets de multicolinéarité et à produire des estimations de coefficients plus fiables en reportant les effets communs des influences économiques sur les variables explicatives.

En réalisant des prévisions avec des niveaux et des changements de variables explicatives, on peut éventuellement obtenir de meilleurs résultats avec un processus de réconciliation, c'est-à-dire en ajustant les modèles pour que les deux séries de prévisions donnent des résultats équivalents.

6.3 *Prévisions «ex-post»*

La méthode de prévision «ex-post» consiste à utiliser un modèle estimé sur la base d'un sous-échantillon des données qui commencent avec la première observation et prennent fin plusieurs périodes avant la dernière observation. Pour faire des prévisions «ex-post», on utilise les valeurs réelles des variables explicatives et, si l'on prend les valeurs prévues de ces variables, il est possible de mesurer l'erreur introduite quand les prévisions des variables explicatives sont incorrectes.

Les prévisions «ex-post» servent à évaluer le niveau d'exactitude du modèle; on compare pour cela les valeurs prévues avec les valeurs réelles de la période allant de la fin du sous-échantillon à la dernière observation. Les prévisions «ex-post» permettent d'évaluer le niveau d'exactitude en ce qui concerne:

1) les écarts de pourcentage entre les valeurs prévues et réelles,
2) les points critiques dans le comportement du modèle,
3) le comportement systématique des écarts.

Les écarts entre les valeurs prévues et réelles permettent de porter un jugement global sur la précision du modèle. Les déplacements systématiques dans les écarts peuvent fournir des renseignements qui permettront de respécifier le modèle ou d'ajuster les prévisions compte tenu du déplacement observé. Pour évaluer l'exactitude du modèle, il est tout aussi important de connaître l'existence de points critiques dans le comportement du modèle: cela permet de savoir dans quelle mesure le modèle est capable de prévoir les changements avec le mouvement de la variable dépendante. D'autres critères qui permettent d'évaluer l'exactitude des prévisions sont abordés plus loin.

6.4 *Critères d'évaluation de la qualité des prévisions*

Même si le modèle concorde bien avec les données historiques, la concordance est parfois moins bonne quand on compare les prévisions et les données futures qui ne sont pas utilisées pour évaluer les paramètres. Une comparaison des prévisions et des valeurs observées peut donc fournir des renseignements supplémentaires sur la qualité du modèle. Supposons la série chronologique $Y_1, Y_2 \ldots, Y_N, Y_{N+1}, \ldots, Y_{N+M}$.

Les M dernières observations sont éliminées de la série chronologique et de la procédure d'élaboration du modèle. L'erreur de prévision avec un intervalle d'anticipation est donnée par la formule:

$$e_{N+t} = \hat{Y}_{N+t} - \hat{Y}_{N+t-1}(1) \qquad t = 1, 2, \ldots, M \tag{6-1}$$

où

$\hat{Y}_{N+t-1}(1)$ est la prévision avec un intervalle d'anticipation.

Erreur moyenne

L'erreur moyenne, EM, est définie par

$$\text{EM} = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^{M} e_{N+t} \tag{6-2}$$

L'erreur moyenne est un critère permettant d'évaluer la déviation de prévision. Etant donné que l'espérance mathématique des résidus doit être nulle, un écart important par rapport à zéro dénote la présence de déviations dans les prévisions.

Erreur relative moyenne

L'erreur relative moyenne, ERM, est définie par

$$\text{ERM} = \frac{100}{M} \sum_{t=1}^{M} \frac{e_{n+t}}{Y_{N+t}} \tag{6-3}$$

En outre, cette statistique met en évidence les déviations possibles de prévision. Le critère de l'erreur relative moyenne permet de mesurer l'écart relatif des déviations. Il n'est pas recommandé d'utiliser ce critère quand les valeurs observées sont faibles.

Erreur quadratique moyenne

L'erreur quadratique moyenne, EQM, de la prévision est définie par:

$$\text{EQM} = \left[\frac{1}{M} \sum_{t=1}^{M} e_{N+t}^2 \right]^{1/2} \tag{6-4}$$

L'erreur quadratique moyenne est le critère le plus communément utilisé pour évaluer la précision des prévisions.

Erreur moyenne absolue

L'erreur moyenne absolue, EMA, est définie par:

$$\text{EMA} = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^{M} \left| e_{N+t} \right| \tag{6-5}$$

Coefficient d'inégalité de Theil

Le coefficient d'inégalité de Theil est défini par:

$$U = \left[\sum_{t=1}^{M} \frac{e_{N+t}^2}{Y_{N+t}^2} \right]^{1/2} \tag{6-6}$$

On préfère utiliser le coefficient de Theil U pour mesurer l'exactitude des prévisions parce que l'erreur entre les valeurs prévues et réelles peut être décomposée en différentes erreurs, dont l'origine est:

1) la tendance centrale,
2) la variation inégale entre les modifications prévues et réelles, et
3) la covariation incomplète des modifications prévues et réelles.

On peut utiliser cette décomposition pour ajuster le modèle afin d'en améliorer la précision.

Un modèle de prévision doit posséder une autre qualité: pouvoir capter les points critiques. En d'autres termes, une prévision doit pouvoir changer de direction pendant la période au cours de laquelle la série réelle qui est étudiée change de direction elle aussi. Si l'on estime un modèle sur une longue période comportant plusieurs points critiques, une analyse prévisionnelle «ex-post» peut généralement mettre en évidence l'incapacité du modèle à capter avec exactitude les séries réelles qui présentent des points critiques.

7 Choix du modèle de prévision

7.1 *Qualité des prévisions*

Même si l'on choisit généralement un modèle de prévision en fonction de ses caractéristiques de prévision, il faut être attentif à d'autres facteurs. Pour un modèle économétrique, il faut notamment envisager la longueur de la période de prévision, la forme fonctionnelle et l'exactitude des prévisions de variables explicatives.

La longueur de la période de prévision influe sur le choix d'un modèle par rapport à un autre, au même titre que les limitations relatives aux données historiques et le but du modèle de prévision. Par exemple, les modèles à autorégression à moyenne glissante intégrée (ARIMA) conviendront peut-être pour les prévisions à court terme si l'on dispose d'une quantité suffisante de données historiques et si la stabilité ou la causalité n'ont pas d'importance. Par ailleurs, si la structure dont on extrait les données est difficilement identifiable, il ne reste plus qu'à utiliser un modèle de prévision fondé sur des données historiques concernant la variable considérée.

Il faut également tenir compte de la forme fonctionnelle d'un modèle de prévision. De même qu'un modèle plus complexe peut réduire l'erreur de spécification du modèle, il augmentera généralement les effets des erreurs de données d'une façon considérable. La forme du modèle doit être choisie de façon à composer un compromis entre ces sources d'erreurs.

En ce qui concerne les variables explicatives, la disponibilité des prévisions et le niveau de fiabilité sont encore des facteurs qui influent sur le choix du modèle de prévision. Un modèle supérieur fondé sur des variables explicatives qu'il est impossible de prévoir avec précision peut se révéler inférieur à un modèle moyen dont il est possible de prévoir les variables explicatives avec exactitude.

Quand la stabilité du marché joue un rôle pertinent, il convient d'utiliser des modèles économétriques capables de capter les changements structurels. Si l'on doit tenir compte de la causalité, il est impossible d'utiliser un modèle simple ou un modèle ARIMA comme outil de prévision. Ces mêmes modèles seront également inutilisables en présence d'une quantité insuffisante de données historiques. Enfin, quand un modèle est conçu pour prévoir les conséquences de changements intéressant les facteurs qui influent sur la variable considérée, les modèles à série chronologiques peuvent ne pas convenir (à l'exception bien sûr des modèles à fonction de transfert et à séries chronologiques multiples).

7.2 *Durée de la période de prévision*

Dans le cas d'extensions normales (équipements de commutation, circuits), une période de prévision d'environ six ans est nécessaire. En revanche, il peut être nécessaire d'envisager des périodes de prévision plus longues lorsqu'il s'agit des plans pour de nouveaux câbles ou d'autres supports de transmission, de même que pour de grandes installations. Les estimations à long terme sont nécessairement moins précises que les estimations à court terme, mais sont néanmoins acceptables.

En ce qui concerne les prévisions faites avec un modèle statistique, la durée de la période de prévision dépend entièrement:

a) des données historiques disponibles,

b) de l'usage auquel est destinée la prévision,

c) de la structure du marché dont sont extraites les données,

d) du modèle de prévision utilisé, et

e) de la fréquence des données.

Les données historiques disponibles dépendent de la période au cours de laquelle elles ont été rassemblées et de la fréquence de ce regroupement (ou de la durée de la période au cours de laquelle des données sont rassemblées). Une petite base de données de référence au passé ne peut permettre des prévisions que sur un court intervalle. Par exemple, avec 10 ou 20 observations on peut utiliser un modèle pour prévoir 4 à 5 périodes après l'échantillon (c'est-à-dire, vers le futur). Mais avec 150 à 200 observations, des prévisions potentiellement fiables peuvent être obtenues sur 30 à 50 périodes après l'échantillon, le reste ne change pas.

Il ne fait aucun doute que l'objectif de la prévision influe sur le nombre des périodes couvertes par cette prévision. Si l'on veut planifier des installations à long terme, il faut effectuer des prévisions portant sur 15 à 20 ans ou plus à partir de l'échantillon. En ce qui concerne l'évolution des taxes téléphoniques, des prévisions portant sur 2 ou 3 années seulement peuvent peut-être suffire. Pour les réaménagements de voies d'acheminement, il pourrait suffire de prendre des périodes de quelques mois à partir de l'échantillon.

La stabilité – ou l'instabilité – du marché affecte également la durée de la période de prévision. Avec un marché dont la structure est stable, on pourrait concevoir d'étaler la période de prévision sur une durée égale à la période historique, mais dans le cas contraire la situation n'est pas aussi avantageuse car la période de prévision ne peut alors englober que quelques périodes vers le futur.

La nature d'un modèle de prévision fait qu'elle affecte la décision sur les limites pouvant raisonnablement être choisies dans le futur pour la période de prévision. Quand il s'agit de prévisions à long terme, les modèles structuraux tendent à fournir de meilleurs résultats que les autres modèles alors que n'importe quel modèle semble convenir de la même manière pour les prévisions à court terme.

Il convient de noter que, même si le but de la prévision et le modèle utilisé influent sur la durée de prévision, le nombre de périodes à couvrir joue un rôle crucial dans le choix du modèle de prévision et pour l'utilisation des résultats.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.507)

Description des procédures de prévision

A.1 *Estimation des paramètres autorégressifs*

L'autocorrélation empirique au décalage dans le temps k est exprimée comme suit:

$$r_k = \frac{v_k}{v_0} \tag{A-1}$$

où

$$v_k = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^{N-k} (X_t - \overline{X})(X_{t+k} - \overline{X}) \tag{A-2}$$

et

$$\overline{X} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} X_t \tag{A-3}$$

N étant le nombre total d'observations effectuées.

La relation entre $[r_k]$ et les estimations $[\hat{\Phi}_k]$ de $[\Phi_k]$ est obtenue à l'aide des équations de Yule-Walker:

$$\begin{aligned} r_1 &= \hat{\Phi}_1 + \hat{\Phi}_2 r_1 + \ldots + \hat{\Phi}_p r_{p-1} \\ r_2 &= \hat{\Phi}_1 r_1 + \hat{\Phi}_2 r_2 + \ldots + \hat{\Phi}_p r_{p-2} \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ r_p &= \hat{\Phi}_1 r_{p-1} + \hat{\Phi}_2 r_{p-2} + \ldots + \hat{\Phi}_p \end{aligned} \tag{A-4}$$

Donc, les estimateurs $[\hat{\Phi}_k]$ peuvent être obtenus par résolution de ce système d'équations.

Aux fins des calculs, la procédure récursive décrite dans la suite du texte peut remplacer la procédure qui consiste à résoudre directement les équations. Supposons que $[\hat{\Phi}_{k,j}]_j$ sont les estimateurs des paramètres au décalage dans le temps $j = 1, 2, \ldots, k$ en admettant que k est le nombre total des paramètres. On calcule alors les estimateurs $[\hat{\Phi}_{k+1,j}]_j$ de la manière suivante:

$$\hat{\Phi}_{k+1,\,k+1} = \frac{r_{k+1} \sum_{j=1}^{k} \hat{\Phi}_{k,j}\, r_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k} \hat{\Phi}_{k,j}\, r_j} \tag{A-5}$$

$$\hat{\Phi}_{k+1,j} = \hat{\Phi}_{k,j} - \hat{\Phi}_{k+1,\,k+1}\, \hat{\Phi}_{k,k-j+1} \qquad j = 1, 2, \ldots, k \tag{A-6}$$

A partir de la définition $\hat{\Phi}_{p,j} = \hat{\Phi}_j$, $j = 1, 2, \ldots, p$, on exprime la prévision du trafic demandé à l'instant $t+1$ en écrivant:

$$X_{t+1} = \hat{\Phi}_1 X_t + \hat{\Phi}_2 X_{t-1} + \ldots + \hat{\Phi}_p X_{t-p} \tag{A-7}$$

A.2 *Prévisions faites avec des modèles ARIMA*

La prévision effectuée l unités de temps à l'avance s'obtient de la manière suivante:

$$\begin{aligned}\hat{X}_t(l) = {} & \hat{\Phi}_1 [X_{t+l-1}] + \hat{\Phi}_2 [X_{t+l-2}] \\ & + \ldots + \hat{\Phi}_p [X_{t+l-p}] \\ & + [a_{t+l}] - \hat{\theta}_1 [a_{t+l-1}] \\ & - \theta_2 [a_{t+l-2}] - \ldots - \hat{\theta}_q [a_{t+l-q}],\end{aligned} \tag{A-8}$$

où
$$[\hat{X}_j] = \begin{cases} \hat{X}_t (j-t) & \text{si } j > t \\ X_j & \text{si } j \leqslant t \end{cases} \tag{A-9}$$

$$[a_j] = \begin{cases} 0 & \text{si } j > t \\ X_j - \hat{X}_j & \text{si } j \leqslant t, \end{cases} \tag{A-10}$$

cela signifie que $[X_j]$ est défini comme une prévision lorsque $j > t$, ou sinon comme une observation réelle, et que $[a_j]$ est de valeur nulle lorsque $j > t$ puisque le bruit blanc a une espérance mathématique nulle. Si les observations sont connues ($j \leqslant t$), alors $[a_j]$ correspond à la valeur résiduelle.

ANNEXE B

(à la Recommandation E.507)

Filtre de Kalman pour un modèle à tendance linéaire

Pour modéliser le trafic téléphonique, on suppose que la structure de la demande ne subit aucune modification déterministe. On peut alors procéder à la modélisation en donnant la valeur zéro à la composante déterministe Z_t. Le modèle spatial d'état prend alors la forme générale suivante:

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= \varphi X_t + \omega_t \\ Y_t &= HX_t + \nu_t \end{aligned} \tag{B-1}$$

où

X_t est un vecteur s de variables d'état au cours de la période t,

Y_t est un vecteur de mesures au cours de l'année t,

φ_t est une matrice de transition $s \times s$ pouvant en général dépendre de t,

et

ω_t est un vecteur s d'erreurs de modélisation aléatoires,

ν_t est l'erreur de mesure au cours de l'année t.

Pour modéliser la demande de trafic téléphonique, on adapte un modèle simple de variables à deux états et à donnée unique défini par:

$$X_{t+1} = \begin{bmatrix} x_{t+1} \\ \dot{x}_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_t \\ \dot{x}_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_t \\ \dot{\omega}_t \end{bmatrix} \tag{B-2}$$

et

$$y_t = x_t + \nu_t \tag{B-3}$$

où

x_t est la charge réelle au cours de l'année t,

$\dot{x}_t$ est la croissance incrémentielle réelle au cours de l'année t,

y_t est la charge mesurée au cours de l'année t,

ν_t est l'erreur de mesure au cours de l'année t.

Ainsi, dans notre modèle

$$\varphi = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \qquad \text{et } H = 1. \tag{B-4}$$

La prévision avec un intervalle d'anticipation s'exprime comme suit:

$$X_{t+1,t} = \begin{bmatrix} x_{t+1,t} \\ \dot{x}_{t+1,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t,t} \\ \dot{x}_{t,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t,t-1} + \alpha_t(y_t - x_{t,t-1}) \\ \dot{x}_{t,t-1} + \beta_t(y_t - x_{t,t-1}) \end{bmatrix} \tag{B-5}$$

Dans cette formule,

$X_{t+1,t}$ est la prévision des variables d'état au cours de la période $t + 1$ compte tenu des observations effectuées pendant l'année t.

Les coefficients α_t et β_t sont les matrices de gain de Kalman au cours de l'année t. En réécrivant les formules ci-dessus, on obtient:

$$x_{t,t} = (1-\alpha_t)x_{t,t-1} + \alpha_t y_t \tag{B-6}$$

et

$$\dot{x}_{t,t} = (1-\beta_t)\dot{x}_{t,t-1} + \beta_t(y_t - x_{t-1,t-1}) \tag{B-7}$$

Le filtre de Kalman crée une tendance linéaire pour chaque série chronologique faisant l'objet de prévisions sur la base de l'observation effectuée ou des mesures de la demande de trafic et de la prévision de l'année précédente pour cette demande. On combine le résultat de la charge de trafic observée et prévue pour obtenir à la fois une charge lissée qui correspond au niveau du processus et un incrément de croissance lissé. Les valeurs de gain de Kalman α_t et β_t peuvent être fixes ou adaptables. Dans [16], Moreland présente une méthode pour choisir des paramètres fixes et sûrs garantissant des résultats suffisants quels que soient le bruit du système, les erreurs de mesure et les conditions initiales. On trouvera des renseignements additionnels sur les conditions appropriées du choix de ces paramètres dans [6], [20] et [22].

ANNEXE C

(à la Recommandation E.507)

Exemple de modèle économétrique

Pour illustrer le fonctionnement d'un modèle économétrique, nous avons choisi l'exemple du nombre de minutes taxées pour le trafic acheminé vers le Brésil à partir des Etats-Unis. Trois raisons expliquent notre choix; nous voulions en effet:

a) donner un exemple d'introduction des variables explicatives;

b) mettre en évidence les difficultés qui surgissent lorsqu'un modèle est utilisé à la fois pour estimer la structure et pour faire des prévisions, et

c) montrer comment des transformations peuvent affecter les résultats.

La demande en minutes taxées pour le trafic acheminé vers le Brésil à partir des Etats-Unis (MIN) est estimée au moyen d'une équation logarithmique linéaire qui inclut des messages échangés dans le sens Etats-Unis vers Brésil (MSG), un indice des prix téléphoniques en termes réels (RPI), le revenu des particuliers aux Etats-Unis aux prix de 1972 ($YP72$) et les échanges commerciaux bilatéraux en termes réels entre les Etats-Unis et le Brésil (RTR) comme variable explicative. Le modèle est représenté par la formule:

$$\ln(MIN)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln(MSG)_t + \beta_2 \ln(RPI)_t + \beta_3 \ln(YP72)_t + \beta_4 \ln(RTR)_t + u_t \tag{C-1}$$

où u_t est le terme d'erreur de la régression et dans laquelle on s'attend à obtenir les inégalités suivantes: $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_3 > 0$ et $\beta_4 > 0$.

En utilisant une régression non linéaire (régression de la crête) lorsque les problèmes de multicolinéarité sont importants, nous estimons l'équation sur l'intervalle compris entre 1971/1 (c'est-à-dire le 1er trimestre de 1971) et 1979/4, ce qui donne le résultat suivant:

$$\ln(MIN)_t = \underset{}{-3{,}489} + \underset{(0{,}035)}{0{,}619}\ \ln(MSG)_t - \underset{(0{,}095)}{0{,}447}\ \ln(RPI)_t + \underset{(0{,}269)}{1{,}166}\ \ln(YP72)_t + \underset{(0{,}084)}{0{,}281}\ \ln(RTR)_t \qquad \text{(C-2)}$$

$$\overline{R}^2 = 0{,}985,\ SER = 0{,}083,\ D\text{-}W = 0{,}922,\ k = 0{,}10 \qquad \text{(C-3)}$$

où $\overline{R}^2$ est le coefficient de détermination ajusté, *SER* est l'erreur type de la régression, *D-W* est la statistique de Durbin-Watson et k est la constante de régression non linéaire. Les valeurs entre parenthèses placées sous l'équation sont les écarts-types des valeurs estimées des paramètres $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3, \hat{\beta}_4$.

Dans le cas présent, il a fallu introduire les messages à titre de variable explicative car la qualité de transmission s'est améliorée depuis le milieu des années 70 et les taxes téléphoniques ont augmenté tandis que, parallèlement, la forte croissance enregistrée sur le marché considéré commençait à s'estomper. Par ailleurs, la modification des taxes dans chacun des deux pays ou encore le revenu des particuliers aux Etats-Unis en termes réels n'auraient pas pu expliquer les taux de croissance enregistrés sur certaines périodes. Le comportement des messages dans l'équation logarithmique linéaire des minutes a permis d'expliquer tous ces facteurs.

Comme le modèle joue un double rôle (estimation de la structure et prévisions), on introduit au moins une variable de plus que si le modèle devait être utilisé seulement pour les prévisions. L'introduction de variables explicatives supplémentaires pose de sérieux problèmes de multicolinéarité et nécessite l'emploi d'une régression non linéaire afin de réduire le coefficient $\overline{R}^2$ et la valeur de la statistique de Durbin-Watson, ce qui a pour effet de diminuer quelque peu la puissance de prévision du modèle.

Dans le cas du trafic acheminé vers le Brésil à partir des Etats-Unis, l'analyse prévisionnelle «ex-post» montre quelles sont les conséquences de la transformation des variables d'un modèle. Les écarts obtenus avec les niveaux des variables sont plus importants que ceux des logarithmes des variables qui ont été utilisés pour obtenir une meilleure adéquation (l'erreur quadratique moyenne estimée pour le modèle logarithmique linéaire à régression est de 0,119 827). Les résultats des prévisions figurent dans le tableau C-1/E.507 sous forme de niveaux et de logarithmes.

TABLEAU C-1/E.507

	Logarithmes			Niveaux		
	Valeur prévue	Valeur réelle	Ecart en (%)	Niveaux	Valeur prévue	Ecart en (%)
1980: 1	14,858	14,938	−0,540	2 836 269	3 073 697	− 7,725
2	14,842	14,972	−0,872	2 791 250	3 180 334	−12,234
3	14,916	15,111	−1,296	3 005 637	3 654 092	−17,746
4	14,959	15,077	−0,778	3 137 698	3 529 016	−11,089
1981: 1	15,022	15,102	−0,535	3 341 733	3 621 735	− 7,731
2	14,971	15,141	−1,123	3 175 577	3 762 592	−15,601
3	15,395	15,261	0,879	4 852 478	4 244 178	14,333
4	15,405	15,302	0,674	4 901 246	4 421 755	10,844
1982: 1	15,365	15,348	0,110	4 709 065	4 630 238	1,702
2	15,326	15,386	−0,387	4 528 947	4 807 901	− 5,802

Références

[1] ABRAHAM (A.) et LEDOLTER (J.): Statistical methods for forecasting, *J. Wiley*, New York, 1983.

[2] ANDERSON (O. D.): Time series analysis and forecasting. The Box-Jenkins approach. *Butterworth*, London, 1976.

[3] BOX (G. E. P.) et JENKINS (G. M.): Time Series Analysis: Forecasting and Control, *Holden-Day*, San Francisco, 1976.

[4] BROWN (R. G.): Introduction to random signal analysis and Kalman Filtering. *John Wiley & Sons*, New York, 1983.

[5] Manuel du CCITT: *Données de planification et méthodes de prévision*, Vol. I et II, UIT, Genève, 1988.

[6] CHEMOUIL (P.) et GARNIER (B.): An Adaptive Short-Term Traffic Forecasting Procedure Using Kalman Filtering. *ITC 11*, Tokyo, 1985.

[7] DRAPER (N.) et SMITH (H.): Applied Regression Analysis, Second Edition, *John Wiley & Sons*, New York, 1981.

[8] DUTTA (M.): Econometric Methods, *South-Western Publishing Co.*, Cincinnati, 1975.

[9] GARDNER (E. S. Jr.): Exponential smoothing the state of art. *Journal of forecasting*, 4, pp. 1 à 28, 1985.

[10] GILCHRIST (W.): Statistical forecasting. *John Wiley & Sons*, New York, 1976.

[11] GRANGER (C. W. J.) et NEWBOLD (P.): Forecasting Economic Time Series, *Academic Press*, New York, 1977.

[12] JOHNSTON (J.): Econometric Methods, Second Edition, *McGraw-Hill*, New York, 1972.

[13] JUDGE (G. G.) *et al.*: The Theory and Practice of Econometrics, *John Wiley & Sons*, New York, 1980.

[14] KMENTA (J.): Elements of Econometrics, *Macmillan Publishing Company*, New York, 1971.

[15] MAKRIDAKIS (S.), WHEELWRIGHT (S. C.), McGEE (V. E.): Forecasting Methods and applications Second Edition. *John Wiley & Sons*, New York, 1983.

[16] MORELAND (J. P.): A robust sequential projection algorithm for traffic load forecasting. *The Bell Technical Journal*, vol. 61, n° 1, 1982.

[17] NELSON (C. R.): Applied Time Series Analysis for Managerial Forecasting, *Holden-Day*, San Francisco, 1973.

[18] PACK (C. D.) et WHITAKER (B. A.): Kalman Filter models for network forecasting. *The Bell Technical Journal*, Vol. 61, No. 1, pp. 1 à 9, 1982.

[19] SORENSON (H. W.): Kalman Filtering techniques. Advances in control systems theory and applications. *Academic Press*, Vol. 3, pp. 219 à 292, 1966.

[20] SZELAG (C. R.): A short-term forecasting algorithm for trunk demand servicing. *The Bell Technical Journal*, Vol. 61, No. 1, pp. 67 à 96, 1982.

[21] THEIL (H.): Principles of Econometrics, *John Wiley & Sons*, New York, 1971.

[22] TOME (F. M.) et CUNHA (J. A.): Traffic forecasting with a state space model. *ITC 11*, Tokyo, 1985.

[23] WONNACOTT (T. H.) et WONNACOTT (R. J.): Regression. *John Wiley & Sons*, New York, 1981.

Bibliographie

PINDYCK (R. S.) et RUBINFELD (D. F.): Econometric Models and Econometric Forecasts, *McGraw-Hill*, New York, 1981.

SASTRI (T.): A state space modelling approach for time series forecasting. *Management Science*, Vol. 31, N° 11, pp. 1451 à 1470, 1985.

PRÉVISIONS RELATIVES AUX NOUVEAUX SERVICES INTERNATIONAUX

1 Introduction

L'exploitation et la gestion d'un réseau de télécommunications international devrait comprendre la prise en compte de la demande, de la part des usagers, de nouveaux services pouvant avoir des caractéristiques différentes de celles du trafic traditionnel (c'est-à-dire que les mesures chargées de pointe, les besoins de largeur de bande et la durée moyenne des communications pourront s'en trouver modifiés). Ce faisant, les Administrations pourront mieux répondre aux besoins de services de télécommunications nouveaux exprimés par les usagers. En fonction du type de service et de la demande estimée correspondante, il faudra peut-être accroître les installations et la capacité du réseau, ce qui pourrait nécessiter des investissements importants et des fonctions et responsabilités administratives supplémentaires. C'est pourquoi les Administrations doivent prévoir de nouveaux services internationaux dans le cadre de leur processus de planification.

On trouvera dans la présente Recommandation une description des méthodes de prévision des nouveaux services. La définition de certaines caractéristiques de ces services fait l'objet du § 2; les données de base nécessaires sont indiquées dans le § 3; le § 4 porte sur l'étude de marché permettant de cerner le marché potentiel; le § 5 contient une présentation des méthodes de prévision; enfin, le § 6 est consacré à des essais de prévision et à des ajustements.

2 Définition des services nouveaux

2.1 Il faut faire la distinction entre les nouveaux services qui sont des améliorations de certains services assurés sur le réseau existant et les services entièrement nouveaux.

Beaucoup de ces services nouveaux seront établis sur le réseau numérique avec intégration des services (RNIS). L'objet du présent § 2 n'est pas de fournir une liste exhaustive de services mais plutôt de donner un cadre pour leur classification. Ce cadre est nécessaire parce que, selon le service, il faudra peut-être avoir des données de base et des stratégies de prévision différentes.

2.2 améliorations de services offerts sur le réseau existant

Il s'agit de services offerts sur le réseau existant qui ont été améliorés par rapport à la vocation initiale du réseau. Ce sont des services améliorés. Parmi les services téléphoniques, on peut citer le service international de libre appel, le service d'appel par carte de crédit et les groupes fermés d'usagers, et parmi les services autres que téléphoniques, on peut citer la télécopie, le téléfax et le vidéotex. Ces services peuvent être assurés sur le réseau existant et, par conséquent, les données concerneront l'utilisation ou la charge offerte propre à l'amélioration. Des arrangements sont possibles pour mesurer ce trafic, par exemple, au moyen de codes d'accès au réseau spéciaux pour les applications autres que téléphoniques ou en échantillonnant les circuits sortants pour connaître le rapport entre le trafic non téléphonique et le trafic téléphonique.

2.3 services nouveaux

Il s'agit de services totalement nouveaux dont beaucoup peuvent être assurés par le RNIS. Dans le cas du RNIS, la Recommandation I.210 définit deux grandes catégories de services de télécommunications: les services support et les téléservices. Elle définit en outre ces services supplémentaires qui modifient ou complètent un service de télécommunications de base. La définition des services support assurés par le RNIS se trouve dans les Recommandations I.210 et I.211 tandis que celle des téléservices se trouve dans les Recommandations I.210 et I.212. Les services support peuvent comprendre des services à commutation de circuits de 64 kbit/s à 2 Mbit/s et des services à commutation par paquets. Les services à commutation de circuits fonctionnant à plus de 2 Mbit/s seront étudiés ultérieurement.

Les téléservices peuvent comprendre les services suivants: télécopie de groupe 4, mode mixte (texte et télécopie), télétex et vidéotex à 64 kbit/s, visiophonie, visioconférence, transfert électronique de fonds, transactions au point de vente, etc. La liste de ces services n'est pas exhaustive mais elle donne une idée de la nature et de l'ampleur des services support et des téléservices. Des diagrammes contenant des exemples de nouveaux services sont présentés au tableau 1/E.508.

TABLEAU 1/E.508

Exemples de services améliorés et de services nouveaux

Amélioration des services existants	Services nouveaux	
	Services support	Téléservices
Télétex	Commutation par paquets	Télécopie de groupe 4
Télécopie		Mode mixte
Vidéotex		Visiophonie
Systèmes de messagerie	Commutation de circuits	Visioconférence
Service international de libre appel	– 64 kbit/s	Transfert électronique de fonds
Service d'appel par carte de crédit	– 2 Mbit/s	Transactions au point de vente
Groupes fermés d'usagers		Télétex (64 kbit/s) Vidéotex (64 kbit/s)

3 Données de base pour les prévisions

3.1 *Mesures relatives aux services améliorés*

Actuellement, les méthodes de mesure pour les services existants reposent sur le nombre d'appels par minute, l'erlang, etc. Ces méthodes font l'objet du § 2 de la Recommandation E.506. Afin de mesurer et d'identifier les données relatives aux services améliorés par rapport aux autres données de trafic sur le même réseau, il peut être nécessaire d'établir des procédures d'échantillonnage ou autres facilitant l'estimation de ce trafic, comme indiqué aux § 4 et 5.

3.2 *Services nouveaux*

Les services nouveaux, tels que définis dans le § 2, peuvent être assurés sur le RNIS. Dans le cas du RNIS, les services support à commutation de circuits et leurs téléservices associés seront mesurés par paliers de 64 kbit/s. Les services support à commutation par paquets et leurs téléservices associés seront mesurés par unité de débit, par exemple le kilocaractère ou le kilopaquet. Il faudra mesurer d'autres paramètres pour connaître la qualité de service: bruit, écho, délai d'attente après numérotation, écrêtage, taux d'erreur sur les bits, durée d'occupation, durée d'établissement, secondes sans erreur, etc.

4 Etude de marché

L'étude de marché permet d'évaluer l'intérêt et le comportement des usagers. Plusieurs méthodes sont utilisées: questionnaire, analyse de marché, groupes-cibles et entrevues. On cherche à déterminer l'intérêt suscité par tel ou tel service ou l'attitude de la clientèle à l'égard de services nouveaux et existants et d'évaluer la sensibilité des prix ou l'élasticité entre les services. L'étude de marché aide à déterminer quels sont les nouveaux services à mettre en place. Une combinaison de la phase qualitative et de la phase quantitative de l'étude de marché peut être utilisée aux premiers stades de la prévision de la demande d'un nouveau service.

La conception d'une étude de marché consiste à prendre une base de sondage, une stratification client/marché, à choisir un échantillon statistiquement aléatoire et à corriger les résultats pour tenir compte de la distorsion de non-réponse. L'échantillon peut être pris sur l'ensemble du marché ou sur différents secteurs. Lorsque l'on échantillonne des secteurs de marché différents, les facteurs qui caractérisent ces secteurs doivent être les mêmes pour ce qui concerne le comportement des usagers (légère variance à l'intérieur d'un groupe) et doivent être autant que possible différents des autres secteurs (grande variance entre groupes); chaque secteur est homogène tandis que les différents secteurs sont hétérogènes.

L'étude de marché peut être utile pour faire des prévisions concernant les services existants ou la pénétration de nouveaux services. Elle permet de prévoir des services nouveaux ou d'autres services pour lesquels il n'existe pas de données rétrospectives de la demande. Il est important de donner aux clients potentiels une description complète du nouveau service, avec les conditions de son utilisation. Il est également indispensable de demander aux personnes interrogées si elles achèteraient le nouveau service en leur proposant une gamme de structures et de niveaux tarifaires à titre d'exemples. Cet aspect de l'étude de marché permettra de redimensionner la demande une fois que la structure tarifaire correspondant au service proposé aura été définitivement arrêtée et de déterminer la sensibilité au prix initial des clients.

5 Méthodes de prévision

5.1 *Considérations générales*

L'absence de données rétrospectives est la différence fondamentale entre la prévision des nouveaux services et celle des services existants. La méthode de prévision dépend des données de base. Par exemple, pour un service en projet mais non encore mis en place, des données d'enquête pour étude de marché peuvent être utilisées. Si le service existe déjà dans certains pays, les méthodes de prévision en vue de son introduction dans un nouveau pays feront intervenir les données rétrospectives concernant d'autres pays, son application au nouveau pays et la comparaison des caractéristiques entre pays.

5.2 *Echantillonnage et conception du questionnaire*

La méthode de prévision basée sur l'étude de marché pour les nouveaux services comporte cinq étapes consécutives. La première est la définition de la portée de l'étude.

La deuxième est la définition et le choix d'un échantillon de population, la population comprenant tous les usagers potentiels qui peuvent être identifiés par une étude de marché qualitative mise au point par le biais d'entrevues avec des groupes-cibles. L'étude peut utiliser des échantillons stratifiés, ce qui suppose que l'on groupe la population en secteurs (ou strates) homogènes et que l'on fasse des sondages dans chaque strate. La stratification permet d'éviter une représentation disproportionnée de certaines parties de la population, ce qui ne peut être que le fruit du hasard avec un échantillonnage aléatoire simple. L'échantillonnage peut être structuré de manière à comprendre des nombres précis d'interlocuteurs ayant des caractéristiques dont on sait ou dont on juge qu'elles peuvent influer sur l'objet de l'étude, par exemple le contexte socio-économique ou le type d'activité.

La troisième étape est la conception du questionnaire. Il faut faire un compromis entre obtenir le plus grand nombre d'informations possible et limiter le questionnaire à une longueur raisonnable, déterminée par l'enquêteur. La plupart des questionnaires comportent trois grandes parties:

1) des questions pour déterminer si l'on a contacté une personne informée;
2) des questions de base, toutes celles qui constituent le corps du questionnaire;
3) des questions de classification, pour recueillir des données démographiques générales.

La quatrième étape consiste à réaliser l'étude, c'est-à-dire la partie enquête proprement dite. A cet effet, il faudrait s'assurer le concours d'enquêteurs professionnels ou de sociétés spécialisées dans les études de marché.

La dernière étape consiste à mettre les données de l'enquête sous forme de tableau et à les analyser. Ce processus est décrit en détail dans les § 5.3 à 5.7.

5.3 *Taux de conversion pour l'échantillon*

On utilise des taux de conversion pour estimer la proportion d'interlocuteurs intéressés par le service et qui éventuellement s'y abonneront.

L'analyse des données de l'étude de marché basée sur un sondage, où un échantillon stratifié est pris sur des secteurs de marché, pour un service nouveau ou en projet est discutée ci-après:

Prenons

X_{1i} = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui sont très intéressées par le service;

X_{2i} = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui sont intéressées par le service;

X_{3i} = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui ne sont pas intéressées par le service;

X_{4i} = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui ne peuvent décider si elles sont intéressées ou non.

Dans l'exemple ci-dessus, il y a quatre catégories de réponses. On peut utiliser un nombre plus ou moins grand de catégories selon la conception du questionnaire.

Notons que:

$$\sum_j X_{ji} = 1,$$

où j = indice des catégories de réponses.

Les sociétés d'études de marché déterminent parfois des taux de conversion pour des types de produits ou de services donnés. Les taux de conversion dépendent de la nature du service, du type d'interlocuteur, ainsi que du questionnaire et de sa réalisation. Appliqués à l'échantillon, les taux de conversion permettront d'estimer la proportion attendue d'entreprises *dans l'enquête* qui éventuellement finiront par s'abonner, sur la période de planification. Pour des études ayant trait à l'estimation des taux de conversion, voir les articles [1], [3] et [5].

On a alors:

$c_1 X_{1i}$ = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui ont manifesté un vif intérêt et vont vraisemblablement s'abonner;

$c_2 X_{2i}$ = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui ont manifesté de l'intérêt et vont vraisemblablement s'abonner;

$c_3 X_{3i}$ = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui n'ont pas manifesté d'intérêt mais vont vraisemblablement s'abonner;

$c_4 X_{4i}$ = proportion d'entreprises dans le secteur de marché i qui ne se sont pas décidées mais qui vont vraisemblablement s'abonner;

où c_j = taux de conversion pour la réponse j.

La proportion d'entreprises dans le secteur de marché i, P_i, qui vont vraisemblablement s'abonner au service est égale à:

$$P_i = \sum_{j=1}^{4} c_j X_{ji} \tag{5-1}$$

Le taux de conversion part de l'hypothèse qu'il y a 100% de connaissance du marché. C'est-à-dire que toutes les personnes interrogées sont bien informées de la disponibilité, de l'utilisation, des tarifs, des paramètres techniques, etc. du service. P_i, par conséquent, peut être interprété comme la proportion à long terme d'entreprises dans le secteur de marché i qui vont vraisemblablement s'abonner au service à un moment futur T.

Deux problèmes se posent dans l'estimation de la proportion de clients qui s'abonnent au service:

1) P_i se rapporte à l'échantillon sondé, mais les résultats doivent être extrapolés pour représenter la population;
2) P_i est la proportion (maximale) à long terme d'entreprises qui vont vraisemblablement s'abonner. Ce qui intéresse, ce n'est pas seulement de prévoir le nombre final d'abonnés mais aussi le nombre des abonnés à des moments intermédiaires avant que le service atteigne un point de saturation.

5.4 *Extrapolation de l'échantillon à la population*

Pour extrapoler les données de l'échantillon à l'ensemble de la population, prenons:

N_i = taille du secteur de marché i (mesurée par exemple, d'après le nombre d'entreprises dans le secteur de marché i).

D'où S_i, nombre probable d'abonnés à l'horizon de planification, est égal à:

$$S_i = P_i N_i \tag{5-2}$$

5.5 *Pénétration du marché dans le temps*

Pour déterminer le nombre probable d'abonnés en divers points du temps avant que le service atteigne sa maturité, admettons que

p_{it} est la proportion d'entreprises dans le secteur du marché i qui devraient s'abonner à l'instant t.

Il est clair que:

$$p_{it} < P_i$$

et $p_{it} \rightarrow P_i$ à mesure que $t \rightarrow T$.

La relation entre p_{it} et P_i peut être définie explicitement comme suit:

$$p_{it} = a_{it} \cdot P_i \tag{5-3}$$

a_{it} est une fonction de pénétration traduisant les variations dans le temps de la connaissance du marché et de l'acceptation du service dans le secteur de marché i. Une forme fonctionnelle appropriée pour a_{it} devrait être définie dans l'intervalle (0,1).

Par exemple, admettons que a_{it} soit une fonction logistique:

$$a_{it} = \frac{1}{1 + e^{b_i t}} \tag{5-4}$$

$b_i \leqslant 0$ est la vitesse avec laquelle p_{it} approche P_i dans le secteur de marché i, comme indiqué sur la figure 1/E.508.

Pour d'autres exemples de fonctions de pénétration non linéaires, voir l'annexe A.

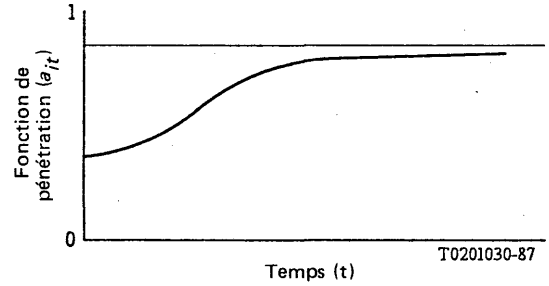


FIGURE 1/E.508

Taux de pénétration du marché

L'introduction d'un nouveau service différera généralement selon le secteur de marché. Le taux de pénétration peut s'exprimer en fonction du temps et la vitesse d'ajustement (b_i) peut varier suivant les secteurs. Des valeurs absolues moins élevées de b_i, pour la fonction logistique, impliqueront des taux de pénétration plus rapides.

Si la forme de la fonction de pénétration qui lie le taux de pénétration au temps est la même pour tous les secteurs, le paramètre b_i varie selon les secteurs, étant plus rapide dans les secteurs où les nouveaux services sont mis en place plus tard.

Prenons t_{0i} = moment de l'introduction du service dans le secteur de marché i.

On a $t - t_{0i}$ = période de temps écoulée depuis que le service a été mis en place dans le secteur de marché i.

Sur le schéma de la figure 2/E.508, le service a atteint le même niveau de pénétration du marché, a_0, au temps t_C après son introduction sur le secteur de marché C, qu'au temps t_A après son introduction sur le secteur de marché A. Les taux de pénétration ne sont pas forcément plus rapides sur les secteurs lorsque les services sont mis en place plus tard. Toutefois, dans le même secteur de marché, dans des pays ayant des caractéristiques analogues, une telle probabilité est raisonnable.

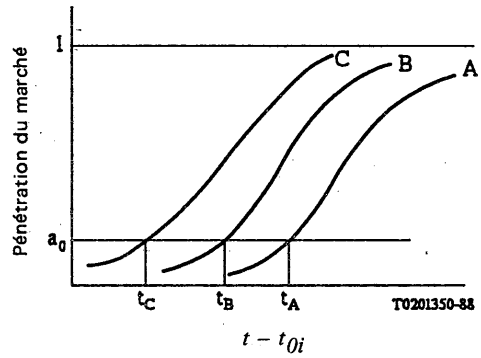


FIGURE 2/E.508

La connaissance du marché varie avec le moment de la mise en place du service

5.6 *Croissance du secteur de marché avec le temps*

Dans la discussion qui précède, on a supposé une pénétration graduelle du marché par le nouveau service, en permettant à p_{it} de s'ajuster à P_i avec le temps. On peut dire la même chose de la taille du secteur du marché avec le temps.

Prenons n_{it} = taille du secteur du marché i à l'instant t.

Le nombre escompté d'abonnés à l'instant t dans le secteur de marché i est égal à:

$$s_{it} = a_{it} \cdot p_{it} \cdot n_{it} \tag{5-5}$$

et

$S_t = \sum_i s_{it}$ = nombre escompté d'abonnés dans tous les secteurs du marché à l'instant t.

5.7 *Grandeurs prévues*

La procédure ci-dessus vise à prévoir le nombre escompté d'abonnés à un nouveau service dans un pays. Parmi les autres grandeurs intéressantes, on peut citer les lignes d'accès, les minutes, les messages, les recettes, les paquets, les kilobits, etc. La méthode de prévision la plus simple pour certaines de ces grandeurs consiste à supposer des relations constantes comme:

lignes d'accès escomptées = (moyenne de lignes d'accès) × nombre escompté d'abonnés

minutes escomptées = (utilisation moyenne par ligne) × lignes d'accès escomptées

messages escomptés = minutes escomptées/(longueur moyenne de conversation)

recettes escomptées = (taxe/moyenne par minute) × minutes escomptées.

Les constantes, indiquées ci-dessus entre parenthèses, peuvent être déterminées 1) par une étude de marché ou bien 2) en fonction des tendances passées dans des services analogues.

5.8 *Prévisions avec des données rétrospectives: analyse d'application*

Après la mise en place d'un nouveau service, les données rétrospectives peuvent être analysées pour prévoir la demande de disponibilité étendue vers d'autres pays. La mise au point d'un nouveau service suivra des tendances basées sur les applications, comme la transmission de données, les réservations de voyages, les communications à l'intérieur d'entreprises et les contacts de fournisseurs. Les applications d'un service varient largement et aucune variable unique ne peut être un indicateur suffisant de la demande totale.

La procédure suivante lie la demande aux caractéristiques du pays pour prévoir la disponibilité étendue vers d'autres pays d'un nouveau service.

Prenons $D = (D_1, D_2, \ldots\ldots, D_n)$

comme vecteur d'une demande annuelle propre au pays pour le service dans n pays, où le service existe actuellement. Prenons C = matrice de m caractéristiques relatives à chacun des n pays qui sont des variables explicatives raisonnables de la demande. Les composantes de m varieraient selon la nature du service et son application.

Certaines composantes essentielles de m seraient le prix du service (ou un indice représentant son prix) et un indicateur pour la connaissance du marché. Comme indiqué dans les paragraphes précédents, la connaissance du marché est l'un des déterminants clés du taux de pénétration du marché par le service. Des indicateurs raisonnables seraient les dépenses de publicité et le temps (mesuré comme $t^* = t - t_0$) où t^* mesurerait le temps écoulé depuis la première mise en place du service à l'instant t_0. La connaissance du marché peut se caractériser comme une fonction non linéaire de t^*, comme indiqué au § 5.5. D'autres éléments de m peuvent comprendre les caractéristiques socio-économiques des clients, la taille du marché et l'emplacement des clients.

Le modèle estimé est:

$$D = C\beta + u \tag{5-6}$$

où

C est une matrice $(n \times m)$ de caractéristiques de pays

D est un vecteur $(n \times 1)$ de demande

β est un vecteur $(m \times 1)$ de coefficients correspondant à chacune des m caractéristiques

u = vecteur $(n \times 1)$ de termes d'erreur.

La régression estimée est:

$$\hat{D} = C\hat{\beta} \tag{5-7}$$

Des méthodes traditionnelles d'estimation des régressions seront appliquées. La formule (5-7) peut être utilisée pour prévoir la demande dans n'importe quel pays où le service a été récemment mis en place, du moment que l'on dispose d'éléments de la matrice C.

5.9 *Prévisions avec des renseignements limités*

Dans le cas extrême où aucun résultat d'étude de marché n'est disponible, où une telle étude n'est pas économique en raison de ressources limitées, ou bien dans le cas où il est difficile d'obtenir ou de quantifier les caractéristiques du pays qui affectent la demande, il faut trouver d'autres méthodes de prévision.

Par exemple, pour prévoir la demande d'un nouveau service international de lignes privées à l'aide de techniques numériques, les éléments suivants devront être pris en considération pour la mise au point d'estimations raisonnables du nombre escompté de lignes:

a) discussions avec des exploitations téléphoniques étrangères,
b) discussions avec de très gros clients potentiels en ce qui concerne leurs besoins futurs,
c) demandes de service provenant des clients,
d) lettres d'intention des clients, et
e) tous autres renseignements qualitatifs analogues.

6 Essais et ajustements des prévisions

6.1 *Considérations générales*

Les essais et ajustements des prévisions dépendent de la méthode appliquée. Par exemple, dans le cas d'une prévision basée sur une étude de marché, il est important de suivre les prévisions de la taille et de la connaissance du marché ainsi que le taux de pénétration dans le temps et d'ajuster des prévisions en conséquence. Toutefois, pour une méthode basée sur l'application, les essais et ajustements traditionnellement applicables aux méthodes de régression seront employés, comme indiqué ci-après.

6.2 *Analyse fondée sur une étude de marché*

Le présent paragraphe porte sur les ajustements des prévisions fondées sur la méthode décrite aux § 5.2 à 5.8. On s'est fondé sur une quantification des réponses à partir d'un sondage.

La prévision a été faite en deux parties:

a) extrapolation de l'échantillon de la population, en utilisant la taille du marché, N_i,
b) prise en compte de la pénétration graduelle du marché (connaissance), a_{it}, du nouveau service avec le temps.

Les valeurs attribuées à n_{it} (qui représente la taille du secteur de marché i à l'instant t) et a_{it} peuvent être suivies dans le temps et les ajustements de prévisions peuvent être effectués de la manière suivante:

a) à titre d'exemple pour n_{it}, les secteurs pourraient être classés en services de voyages ou services financiers. La taille du secteur serait le nombre de touristes et le nombre de grandes banques. Lorsqu'elles sont disponibles, des données rétrospectives concernant ces unités de mesure peuvent être utilisées pour prévoir la taille des secteurs en un instant quelconque dans l'avenir. Lorsqu'on ne dispose pas de données rétrospectives, il est possible, grâce au concours d'experts spécialisés ou en se fondant sur l'expérience, de trouver des facteurs de croissance raisonnables. La prévision de n_{it} devrait être comparée aux valeurs réelles mesurées et ajustée en cas de grands écarts;

b) tester a_{it} avec quelques observations seulement, étant donné que la mise en place du service est plus difficile.

   Etant donné que:

$$a_{it} = \frac{p_{it}}{P_i} \tag{6-1}$$

   et P_i est réputé fixe (à long terme), tester a_{it} équivaut à tester p_{it}. On peut suivre p_{it} en observant la proportion d'interlocuteurs qui s'abonnent effectivement au service à l'instant t. Cela suppose qu'il faut suivre les personnes qui ont initialement participé à l'enquête, comme il est d'usage dans un sondage auprès d'un panel de consommateurs. Les données concernant le panel sont recueillies par voie de sondages «horizontaux» des mêmes personnes dans le temps. Cette façon de procéder est chose courante dans les enquêtes socio-économiques auprès des ménages. Après avoir observé p_{it} pendant quelques périodes, on peut tracer une courbe des valeurs de a_{it} en fonction du temps pour étudier la nature de la fonction de pénétration, a_{it}, et la forme fonctionnelle qui correspond le mieux aux données devrait être choisie. Aux débuts de la mise en place d'un service, on pourra raisonnablement admettre des formes fonctionnelles traditionnelles pour la pénétration du marché, comme une fonction logistique (voir l'exemple du § 5.5). D'autres variations de la forme fonctionnelle décrivant la pénétration du marché seraient les courbes de croissance de Gompertz ou de Gauss. La restriction est que la fonction de pénétration doit être définie dans l'intervalle (0,1). Voir l'annexe A pour une description algébrique des formes fonctionnelles.

Diverses formes statistiques peuvent être choisies comme représentations pour la fonction de pénétration. La forme fonctionnelle appropriée devrait être fondée sur des renseignements théoriques comme la nature escomptée de la pénétration, dans le temps, du service considéré.

La surveillance continue de n_{it}, p_{it} et a_{it} dans le temps permettra d'ajuster ces valeurs chaque fois que nécessaire et donnera davantage de confiance dans les prévisions.

6.3 *Analyse basée sur l'application*

L'analyse basée sur l'application est une méthode fondée sur la régression et des essais de prévision traditionnels pour un modèle de régression s'appliqueront. Par exemple, il faudra essayer les hypothèses sur chacune des variables explicatives incluses dans le modèle. Des corrections pourraient être nécessaires pour l'hétéro-élasticité, la corrélation sérielle et la multicolinéarité éventuelles. La méthode de réalisation de ces essais est décrite dans la plupart des ouvrages d'économétrie. En particulier, on peut utiliser les ouvrages [2] et [4]. La Recommandation E.507 porte également sur ces corrections.

Il faut faire des ajustements pour les variables qui devraient être incluses dans le modèle de régression, mais ne sont pas faciles à quantifier. Par exemple, la connaissance du marché qui résulte de campagnes de publicité et de promotion joue un rôle important dans le développement d'un nouveau service, mais des données concernant ces dépenses ou la connaissance associée peuvent être difficiles à obtenir. Certains services internationaux s'adressent aux voyageurs internationaux, et les fluctuations des taux de change seront un facteur déterminant. Ces variables, si elles ne sont pas impossibles à mesurer, peuvent toutefois être coûteuses à obtenir. Toutefois, les prévisions concernant les tendances futures de ces variables peuvent permettre aux responsables des prévisions d'arriver à des estimations raisonnables de leurs conséquences sur la demande. Des événements inattendus dans certains pays (troubles politiques, catastrophes naturelles, etc.) nécessiteront également des ajustements post prévision basés sur l'appréciation de la direction.

Un autre ajustement important qui peut être nécessaire est la concurrence prévisible d'autres entreprises offrant des services analogues ou substituables. Les prix des concurrents, s'ils sont connus, peuvent être utilisés comme variables explicatives dans le modèle et permettre de mesurer des conséquences au niveau des prix. Dans la plupart des cas, il est difficile d'obtenir les prix pratiqués par les concurrents. Il faut alors mettre au point d'autres méthodes de calcul des parts de marché des concurrents.

Quelle que soit la méthode de prévision, les prévisions finales devront être examinées par les responsables de la planification du service ainsi que les ingénieurs réseau pour évaluer la faisabilité du point de vue de la planification comme du point de vue technique.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.508)

Fonctions de pénétration (courbes de croissance)

On trouvera ci-après quelques exemples de fonctions de pénétration non linéaires:

A.1 *Courbe logistique*

$$a_{it} = \alpha / \{1 + e^{-bt}\} \tag{A-1}$$

Pour $\alpha = 1$, la courbe est définie dans l'intervalle (0,1). En changeant b, on modifie la pente de la courbe. Plus la valeur de b est élevée, plus le taux de pénétration est rapide. Cette courbe est en forme de S et est symétrique autour de son point d'inflexion, celui-ci étant à l'endroit où

$$\frac{d^2 a_{it}}{dt^2} = 0 \tag{A-2}$$

A.2 *Courbe de Gompertz*

$$a_{it} = \alpha \exp\left\{-be^{-kt}\right\} \tag{A-3}$$

Lorsque $t \to \infty$, $a_{it} \to \alpha$, limite de la croissance.

Si on garde $k = 1$ et $\alpha = 1$, les valeurs supérieures de b impliqueront des taux de pénétration plus lents. Cette courbe est également en forme de S, comme la courbe logistique, mais n'est pas symétrique autour de son point d'inflexion.

Lorsque $t = 0$, $a_{it} = \alpha e^{-b}$, taux de pénétration initial.

A.3 *Courbe de Gauss*

$$a_{it} = \alpha \left(1 - e^{-bt^2}\right) \tag{A-4}$$

Si $t \to \infty$, nous avons $a_{it} \to \alpha$

Si $t \to 0$, nous avons $a_{it} \to 0$.

Si l'on choisit $\alpha = 1$, la courbe est définie dans l'intervalle (0,1).

Références

[1] AXELROD (J. N.): Attitude measures that predict purchase, *Journal of Advertising Research*, vol. 8, n° 1, pp. 3 à 17, New York, mars 1968.

[2] JOHNSTON (J.): Econometric methods, Second Edition, *McGraw-Hill*, New York, 1972.

[3] KALWANI (M. U.) et SILK (A. J.): On the reliability and predictive validity of purchase intention measures, *Marketing Science*, vol. 1, n° 3, pp. 243 à 286, Providence, RI, été 1982.

[4] KMENTA (J.): Elements of econometrics, *Macmillan Publishing Co.*, New York, 1971.

[5] MORRISON (D. G.): Purchase intentions and purchase behavior, *Journal of Marketing*, vol. 43, pp. 65 à 74, Chicago, Ill., Printemps 1979.

Bibliographie

BEN-AKIVA (M.) et LERMAN (S. R.): Discrete choice analysis.

DRAPER (N.) et SMITH (H.): Applied regression analysis, Second Edition, *John Wiley & Sons*, New York, 1981.

SECTION 3

DÉTERMINATION DU NOMBRE DE CIRCUITS EN EXPLOITATION MANUELLE

Recommandation E.510 [1]

DÉTERMINATION DU NOMBRE DE CIRCUITS EN EXPLOITATION MANUELLE

1 La qualité d'un service international *rapide* doit être définie par le pourcentage de demandes qui, au cours de l'heure chargée moyenne (définie comme il est indiqué plus loin au § 3), ne peuvent être satisfaites immédiatement, faute de circuit libre sur la relation considérée.

Par «demandes satisfaites immédiatement», il faut entendre celles pour lesquelles la communication est établie par l'opératrice même qui a reçu l'appel, et dans un délai de deux minutes à partir de la réception de cet appel, soit que l'opératrice (au cas où elle ne trouve pas immédiatement le circuit libre) demeure en observation sur le faisceau de circuits, soit qu'elle fasse plusieurs tentatives au cours de ce délai.

Ultérieurement, il sera souhaitable de faire correspondre à cette définition une définition fondée sur la *rapidité moyenne* d'établissement des communications à l'heure chargée, c'est-à-dire sur le temps moyen qui s'écoule entre le moment où l'opératrice a achevé l'enregistrement de la demande et le moment où l'abonné demandé est en ligne ou celui où le demandeur reçoit l'indication «abonné occupé», «ne répond pas», etc. Mais pour l'instant, et faute de données sur la durée des manœuvres dans le service international européen, une telle définition ne peut être établie.

2 Le nombre de circuits dont il faut doter une relation internationale pour obtenir une qualité d'écoulement du trafic donnée doit être déterminé en fonction de la «durée totale d'occupation» du faisceau à l'heure chargée.

La durée totale d'occupation est le produit du nombre d'appels au cours de l'heure chargée et d'un facteur qui est la somme de la durée moyenne de conversation et de la durée moyenne des manœuvres.

Ces durées seront obtenues au moyen d'un nombre élevé d'écoutes effectuées aux heures chargées, en accord avec les Administrations intéressées. Le cas échéant, les indications portées sur les tickets pourront également servir à déterminer la durée moyenne des conversations.

On obtiendra la durée moyenne de conversation en divisant le nombre total de minutes de conversation enregistré par le nombre de communications effectives enregistré.

On obtiendra la durée moyenne des manœuvres en divisant le nombre total de minutes consacrées aux manœuvres (y compris celles qui correspondent aux communications inefficaces) par le nombre de communications effectives enregistré.

3 Le nombre d'appels à l'heure chargée sera lui-même déterminé par la moyenne des relevés faits au cours des heures chargées d'un certain nombre de journées chargées de l'année.

On éliminera de ces relevés les journées de charge exceptionnelles qui peuvent se produire aux environs de certaines fêtes, etc. Il appartiendra aux Administrations intéressées de prévoir, s'il est possible, la mise en service de circuits supplémentaires pour ces journées.

En principe, les relevés seront faits pendant les jours ouvrables de deux semaines consécutives, c'est-à-dire pendant dix jours ouvrables consécutifs. Ils ne seront faits que deux fois par an si la courbe mensuelle du trafic n'accuse que des variations peu accentuées. Ils seront effectués trois, quatre fois par an ou plus, s'il existe des variations saisonnières sensibles, de façon que la moyenne établie fasse entrer en ligne de compte toutes les périodes caractéristiques de l'intensité du trafic.

---

[1] Cette Recommandation, qui date de la XIIIe Assemblée plénière du CCIF (Londres, 1946), a été révisée quant au fond au cours de la période d'études 1968-1972 dans le cadre de la Question 13/II et a été reconnue comme étant toujours valable.

4 La durée totale d'occupation ainsi déterminée devra subir une certaine majoration déterminée, par accord entre les Administrations intéressées, d'après les statistiques d'accroissement du trafic au cours des années précédentes, de façon à tenir compte de l'accroissement probable du trafic et du fait que la mise en service de nouveaux circuits exigera un certain délai à partir du moment où elle sera reconnue nécessaire.

5 Au temps total d'occupation des circuits ainsi obtenu, on fera correspondre un certain nombre de circuits au moyen d'un barème convenable (voir le tableau 1/E.510).

6 On utilisera comme bases minimales de calcul pour le service téléphonique international manuel les barèmes A ou B.

Le barème A correspond à 30% environ d'appels non établis à la première tentative pour cause d'occupation totale des circuits et à 20% environ d'appels différés.

Le barème B correspond à 7% environ d'appels différés et sera utilisé toutes les fois qu'on le pourra.

Il n'a pas été tenu compte, dans ces barèmes, du fait que l'utilisation possible de voies secondaires permet, en particulier pour les petits faisceaux, d'augmenter le temps d'occupation admissible.

TABLEAU 1/E.510

Capacité des faisceaux de circuits
(voir le supplément n° 2 à la fin du présent fascicule)

Nombre de circuits	Barème A		Barème B	
	Coefficient d'occupation des circuits	Minutes d'utilisation possible dans l'heure la plus chargée	Coefficient d'occupation des circuits	Minutes d'utilisation possible dans l'heure la plus chargée
1	65,0	39	–	–
2	76,7	92	46,6	56
3	83,3	150	56,7	102
4	86,7	208	63,3	152
5	88,6	266	68,3	205
6	90,0	324	72,0	259
7	91,0	382	74,5	313
8	91,7	440	76,5	367
9	92,2	498	78,0	421
10	92,6	556	79,2	475
11	93,0	614	80,1	529
12	93,4	672	81,0	583
13	93,6	730	81,7	637
14	93,9	788	82,3	691
15	94,1	846	82,8	745
16	94,2	904	83,2	799
17	94,3	962	83,6	853
18	94,4	1020	83,9	907
19	94,5	1078	84,2	961
20	94,6	1136	84,6	1015

Remarque – Dans les barèmes A et B, on applique aux faisceaux comportant plus de 20 circuits les valeurs données pour 20 circuits.

SECTION 4

DÉTERMINATION DU NOMBRE DE CIRCUITS EN EXPLOITATION AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE

Recommandation E.520

DÉTERMINATION DU NOMBRE DE CIRCUITS NÉCESSAIRES (SANS POSSIBILITÉ DE DÉBORDEMENT AUTOMATIQUE) EN EXPLOITATION AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE

La présente Recommandation concerne les faisceaux de circuits utilisés:

- en exploitation automatique;
- en exploitation semi-automatique;
- dans le cas d'une exploitation à la fois automatique et semi-automatique sur le même faisceau.

1 Méthode générale

1.1 Le CCITT recommande que le nombre de circuits nécessaires pour un faisceau soit calculé à partir de tableaux et de courbes fondés sur la formule B d'Erlang (voir les suppléments n° 1 et n° 2 au présent fascicule relatifs aux faisceaux à accessibilité totale). Les méthodes recommandées pour la détermination du trafic sont décrites dans la Recommandation E.500.

En *exploitation semi-automatique*, la probabilité de perte p devrait être fondée sur une valeur de 3% durant l'heure chargée moyenne.

En *exploitation automatique*, la probabilité de perte p devrait être fondée sur une valeur de 1% durant l'heure chargée moyenne.

Le trafic semi-automatique qui est acheminé par les mêmes circuits que le trafic automatique sera ajouté au trafic automatique, et on utilisera la même valeur du paramètre, $p = 1\%$, pour le trafic total.

Ces valeurs de 3% et 1% se rapportent à la formule B d'Erlang ainsi qu'aux tableaux et courbes correspondants. La valeur de 3% ne doit pas être considérée comme définissant une certaine qualité d'écoulement de trafic car, en service semi-automatique, on observe un certain érasement des pointes de trafic; elle est indiquée ici uniquement pour permettre de déterminer le paramètre p (probabilité de perte) qui intervient dans les tableaux et dans les courbes de la formule B d'Erlang.

1.2 De manière à assurer une qualité d'écoulement du trafic satisfaisante, tant pour le trafic en heure chargée moyenne que pour le trafic de jours exceptionnellement chargés, il est recommandé que le nombre de circuits proposés soit augmenté le cas échéant de telle sorte que la probabilité de perte ne dépasse pas 7% au cours de l'heure chargée moyenne correspondant au trafic moyen calculé pour *les cinq jours les plus chargés* selon les spécifications de la Recommandation E.500.

1.3 En ce qui concerne les *petits faisceaux de circuits intercontinentaux de grande longueur*, en exploitation automatique, il convient d'assouplir les dispositions relatives à la possibilité de perte. Il est envisagé que ces circuits soient exploités à double sens et qu'un faisceau de six circuits constitue un minimum raisonnable pour un service automatique. On trouvera à l'annexe A un tableau tenant compte de cet assouplissement fondé sur une probabilité de perte de 3% pour six circuits avec une progression régulière jusqu'à 1% pour 20 circuits. Les dispositions générales concernant les jours exceptionnellement chargés demeurent inchangées.

Dans les cas exceptionnels où de très petits faisceaux (comptant moins de six circuits intercontinentaux) sont utilisés en exploitation automatique, le calcul du nombre de circuits du faisceau sera fondé sur une probabilité de perte de 3%.

2 Différences d'heures

Il est vraisemblable que les différences d'heures entre les deux extrémités d'un circuit intercontinental seront plus fortes qu'entre celles de circuits continentaux. Si l'on veut tenir compte de ces différences dans les faisceaux contenant des circuits à double sens, il est souhaitable de recueillir des renseignements sur l'intensité du trafic au cours de l'heure chargée moyenne commune et au cours de l'heure chargée moyenne de chaque sens de transmission.

Il est possible que, dans certains cas, on puisse accepter du trafic en débordement sans qu'il soit nécessaire pour autant d'augmenter le nombre de circuits, bien que ce type de trafic soit naturellement un trafic de pointe. Ce cas peut se présenter lorsque, au cours de l'heure chargée moyenne du faisceau final, il n'y a pas de débordement en provenance de faisceaux débordants.

3 Circuits à double sens

3.1 Avec des circuits à double sens, on s'expose à un risque de prise simultanée aux deux extrémités; ce phénomène tend à se manifester davantage sur des circuits à temps de propagation élevé. Il est bon de prévoir l'ordre de choix aux deux extrémités afin que ces doubles prises ne puissent se produire que lorsqu'il n'y a plus qu'un seul circuit libre.

Lorsque tous les circuits d'un faisceau sont exploités à double sens, les heures chargées moyennes de chaque sens de transmission étant différentes, l'intensité totale de trafic du faisceau à l'heure chargée moyenne peut ne pas être la somme des intensités de trafic dans chaque sens à leurs heures chargées moyennes respectives. De plus, ces différences entre les heures chargées moyennes de chaque sens peuvent varier selon les saisons. Cependant, les méthodes actuelles de mesure du trafic permettent de déterminer l'intensité du trafic au cours de l'heure chargée moyenne pour le trafic total.

3.2 Un certain nombre de faisceaux intercontinentaux peuvent comprendre des circuits exploités à sens unique aussi bien que des circuits exploités à double sens. Dans tous les cas, il est recommandé d'utiliser les circuits à sens unique, s'ils sont libres, de préférence aux circuits à double sens. Le nombre de circuits à prévoir dépend du trafic dans une direction et du trafic total.

Le trafic total devra être déterminé pour:

a) chaque sens d'écoulement du trafic;

b) le trafic total écoulé dans l'un et l'autre sens.

Cette détermination devra être faite pour la ou les heures chargées correspondant aux deux cas a) et b) ci-dessus.

Lorsque le nombre de circuits à sens unique est approximativement le même pour chaque sens de transmission, il n'est pas nécessaire d'appliquer de méthodes spéciales et les calculs peuvent être effectués comme dans le cas d'un «grading» simple avec deux faisceaux [1].

Lorsque le nombre de circuits à sens unique diffère fortement d'un sens de transmission à l'autre, il peut être nécessaire d'appliquer une certaine correction pour tenir compte des différences d'intensité des trafics de nature aléatoire débordant des deux faisceaux à sens unique sur le faisceau à double sens. Les méthodes générales appliquées pour traiter ces cas sont mentionnées dans la Recommandation E.521.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.520)

Le tableau A-1/E.520 peut être appliqué à de petits faisceaux de circuits intercontinentaux de grande longueur. Les valeurs indiquées dans la colonne (2) concernent un trafic offert de type aléatoire avec accessibilité totale.

Ce tableau est fondé sur une probabilité de perte de 1% pour 20 circuits, probabilité augmentant régulièrement jusqu'à 2% pour neuf circuits et 3% pour six circuits (avec des probabilités de perte pour ces trois valeurs calculées d'après la formule d'Erlang: voir le supplément n° 1). Les valeurs d'intensité de trafic obtenues par interpolation coïncident très sensiblement avec celles que l'on peut déterminer en appliquant la théorie d'égale utilité marginale, c'est-à-dire en appliquant un coefficient d'amélioration de 0,05 erlang pour chaque circuit additionnel.

Pour des faisceaux qui doivent compter plus de 20 circuits, il convient d'utiliser le tableau mentionné dans le supplément n° 1 en appliquant une probabilité de perte de 1%.

TABLEAU A-1/E.520

Nombre de circuits	Intensité du trafic (en erlangs)		
	Offert	Acheminé	Affecté par l'encombrement
(1)	(2)	(3)	(4)
6	2,54	2,47	0,08
7	3,13	3,05	0,09
8	3,73	3,65	0,09
9	4,35	4,26	0,09
10	4,99	4,90	0,09
11	5,64	5,55	0,10
12	6,31	6,21	0,10
13	6,99	6,88	0,10
14	7,67	7,57	0,10
15	8,37	8,27	0,11
16	9,08	8,96	0,11
17	9,81	9,69	0,11
18	10,54	10,42	0,11
19	11,28	11,16	0,12
20	12,03	11,91	0,12

Référence

[1] TÅNGE (I.): Optimal use of both-way circuits in cases of unlimited availability, *TELE*, n° 1, 1956 (édition anglaise).

Recommandation E.521

CALCUL DU NOMBRE DE CIRCUITS DANS UN FAISCEAU ÉCOULANT DU TRAFIC DE DÉBORDEMENT

Le calcul du nombre de circuits dans un faisceau écoulant du trafic de débordement devrait se faire sur la base de la présente Recommandation et de la Recommandation E.522 relative aux faisceaux débordants.

La qualité d'écoulement du trafic prise comme objectif est telle que le blocage moyen pendant l'heure chargée moyenne des 30 jours les plus chargés de l'année ne dépasse pas 1%.

Pour déterminer le nombre de circuits d'un faisceau écoulant du trafic de débordement, il faut connaître trois paramètres de trafic: le trafic moyen offert au faisceau, la valeur pondérée du facteur d'irrégularité et le niveau des variations journalières du trafic.

Le niveau des variations journalières du trafic indique l'écart du trafic de l'heure chargée journalière par rapport au trafic moyen global; il est déterminé par la variance des échantillons du trafic des 30 heures chargées.

Le facteur d'irrégularité indique l'écart entre la variation du trafic et un trafic de caractère purement aléatoire à l'intérieur d'une seule heure; en termes statistiques, il s'agit du rapport variance/valeur moyenne de la distribution du trafic de débordement simultané.

1 Détermination du niveau des variations journalières du trafic

Soit M_1, M_2, ..., M_{30} les 30 valeurs considérées du trafic de l'heure chargée offert au faisceau final. On détermine la valeur moyenne du trafic journalier par:

$$M = \frac{1}{30} \sum_{j=1}^{30} M_j$$

On calcule la variance V_d des échantillons de trafic journalier par:

$$V_d = \frac{1}{29} \sum_{j=1}^{30} (M_j - M)^2$$

Sur la figure 1/E.521, on porte le point de coordonnées (M, V_d); M en abscisses, V_d en ordonnées:

i) si le point (M, V_d) est situé au-dessous de la courbe inférieure, le niveau de variation est *nul*,

ii) si le point se trouve entre les deux courbes inférieures, le niveau de variation est *faible*,

iii) si le point se trouve entre les deux courbes supérieures, le niveau de variation est *moyen*,

iv) si le point est au-dessus de la courbe supérieure, le niveau de variation est *élevé*.

Autres procédés, à défaut du précédent: si on ne dispose pas de données permettant de calculer la variance V_d, on procède comme suit:

a) si le trafic offert au faisceau final ne contient pas plus de 25% de trafic de débordement provenant d'autres faisceaux, on admet que le niveau de variation journalière est faible,

b) dans le cas contraire, on admet que le niveau de variation est moyen.

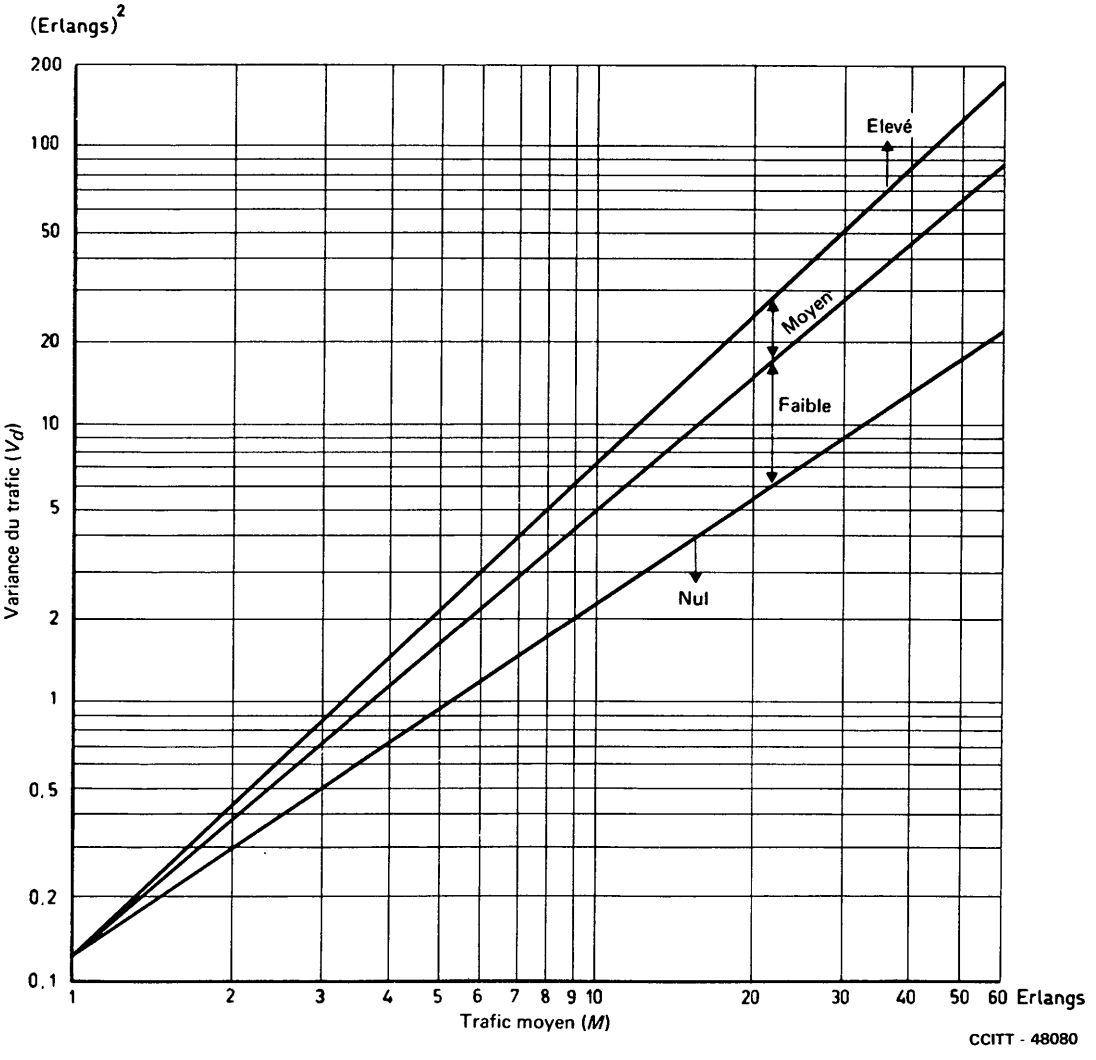


FIGURE 1/E.521

Détermination du niveau de variation journalière du trafic

2 Détermination du facteur d'irrégularité z

Le facteur d'irrégularité dépend essentiellement du nombre de circuits débordants auxquels le trafic aléatoire a accès. Quand le nombre de circuits débordants ne dépasse pas 30, l'irrégularité réelle du trafic de débordement provenant d'un faisceau débordant ne sera que légèrement inférieure aux valeurs maximales d'irrégularité[1), 2)]. Les valeurs maximales d'irrégularité sont indiquées dans le tableau 1/E.521.

TABLEAU 1/E.521

Facteurs maximaux d'irrégularités z_i

Nombre de circuits débordants (n_i)	Facteur d'irrégularité (z_i)	Nombre de circuits débordants (n_i)	Facteur d'irrégularité (z_i)
1	1,17	16	2,44
2	1,31	17	2,49
3	1,43	18	2,55
4	1,54	19	2,61
5	1,64	20	2,66
6	1,73	21	2,71
7	1,82	22	2,76
8	1,90	23	2,81
9	1,98	24	2,86
10	2,05	25	2,91
11	2,12	26	2,96
12	2,19	27	3,00
13	2,26	28	3,05
14	2,32	29	3,09
15	2,38	30	3,14

Pour un nombre de circuits supérieur à 30, le facteur d'irrégularité du trafic qui déborde d'un faisceau i de n_i circuits débordants est donné par:

$$z_i = 1 - \beta_i + \frac{A_i}{n_i + 1 + \beta_i - A_i}$$

où

A_i est le trafic moyen (aléatoire) offert aux n_i circuits, et

β_i le trafic de débordement. Le trafic de débordement β_i est donné par la formule classique à appels perdus d'Erlang $E_{1,\,n_i}(A_i)$:

$$\beta_i = A_i E_{1,\,n_i}(A_i).$$

La valeur moyenne pondérée du facteur d'irrégularité z est alors calculée à partir de l'expression suivante:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^{h} \beta_i z_i}{\sum_{i=1}^{h} \beta_i}$$

pour les h éléments de trafic débordant offert au faisceau final.

Il est à remarquer que, pour un trafic directement offert au faisceau final, le facteur d'irrégularité est $z_i = 1$.

---

1) Des tableaux donnant:
- la moyenne exacte du trafic de débordement,
- la différence entre la variance et la moyenne du trafic débordé,

ont été calculés et publiés dans le document cité en [1].

2) Les courbes indiquant la moyenne exacte et la variance du trafic de débordement sont données en [2]. Voir aussi une description plus détaillée de la méthode en [3] et [4].

3 Détermination du trafic moyen offert au faisceau final et du nombre de circuits nécessaire

3.1 Pour prévoir les besoins futurs auxquels le réseau devra satisfaire, il convient que le trafic de débordement sur un faisceau final soit déterminé théoriquement à partir de la prévision de trafics offerts aux faisceaux débordants.

Le trafic moyen qui, à partir d'un faisceau débordant, déborde sur un faisceau final se détermine en deux étapes:

i) le trafic de débordement β_i débordant au cours d'une seule heure de n_i circuits est donné comme ci-dessus par:

$$\beta_i = A_i E_{i,\, n_i}(A_i),$$

A_i étant la prévision du trafic offert au $i$ème faisceau débordant;

ii) le trafic de débordement moyen $\bar{\beta}_i$ débordant des n_i circuits se détermine alors au moyen d'une correction apportée au trafic β_i, correspondant à une seule heure, pour tenir compte des variations journalières:

$$\bar{\beta}_i = r_i \beta_i.$$

Le coefficient correcteur r_i est donné par le tableau 2/E.521; il est fonction:

- du trafic offert A_i,
- du trafic $A_i E_{i,\, n_i - 1}(A_i) - \beta_i$ écoulé par le dernier circuit d'un faisceau i,
- du niveau des variations journalières du trafic offert au faisceau i débordant.

On peut déterminer ce dernier niveau à l'aide de la méthode décrite au § 1, mais en l'appliquant aux mesures du trafic offert au faisceau débordant; si on ne dispose pas de résultats de telles mesures, on peut utiliser un niveau *moyen.*

Le trafic moyen offert au faisceau final est alors la somme de tous les $\bar{\beta}_i$ étendue à la totalité des h éléments de trafic:

$$M = \sum_{i=1}^{h} \bar{\beta}_i$$

On peut admettre que le niveau des variations journalières du trafic sur le faisceau final reste constant durant toute la période à laquelle s'applique la prévision.

Connaissant d'une part le niveau de variation journalière du trafic déterminé au § 1, sur le faisceau final, d'autre part le facteur d'irrégularité du § 2, le tableau approprié de 3/E.521 à 6/E.521 permet d'obtenir le nombre des circuits nécessaires.

Remarque 1 – Cette méthode de calcul du trafic moyen offert au faisceau final est valable seulement si on a une valeur négligeable pour le trafic de débordement provenant d'un blocage interne du central lors de tentatives d'accès aux faisceaux débordants.

Remarque 2 – Le tableau 3/E.521 diffère légèrement des tableaux antérieurs publiés par le CCITT, bien que ce tableau ne tienne pas compte des variations journalières. Le nouveau tableau tient compte d'une distorsion systématique du procédé de mesure due au fait qu'on se fonde sur une période de durée finie (1 heure) au lieu de la période infinie qui était admise dans le tableau antérieur [5].

Remarque 3 – Les tableaux 4/E.521, 5/E.521 et 6/E.521 sont fondés sur le calcul du blocage moyen d'après la relation:

$$\bar{\beta} = \int B(m)\, f(m) dm,$$

où

$B(m)$ est le blocage prévu pour une seule heure et

$f(m)$ est la distribution de densité du trafic journalier (m), en admettant une distribution de Pearson de type III:

$$\left[f(m) = \frac{(M/V)^{(M^2/V_d)}}{\gamma^{(M^2/V^d)}}\, m^{[(M^2/V_d) - 1]}\, e^{-M_m/V_d} \right]$$

M et V_d étant les variances moyenne et journalière du trafic, telles qu'elles sont calculées [5] au § 1.

TABLEAU 2/E.521

Correction du débordement pour les faisceaux de circuits débordants
Facteur r_i

Trafic offert A_i	Trafic du faisceau précédent														
	Variation journalière faible					Variation journalière moyenne					Variation journalière élevée				
	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
10	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
15	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,5	1,4	1,2	1,2	1,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1
20	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2
25	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	2,3	2,0	1,7	1,4	1,2
30	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,8	1,7	1,4	1,3	1,2	2,4	2,1	1,7	1,5	1,3

TABLEAU 3/E.521

Capacité, en erlangs, pour une seule heure, en fonction du nombre de circuits et du facteur d'irrégularité

Paramètres: – blocage 0,01;
– *pas* de variance journalière;
– valeurs moyennes pondérées du facteur d'irrégularité.

Nombre de circuits nécessaires	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,42	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,97	1,64	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,56	2,19	1,86	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	3,19	2,81	2,44	2,11	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,83	3,42	3,03	2,67	2,36	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,53	4,08	3,67	3,28	2,92	2,58	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5,22	4,75	4,31	3,89	3,53	3,17	2,83	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,94	5,44	4,97	4,56	4,14	3,78	3,42	3,08	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	6,67	6,14	5,64	5,19	4,81	4,39	4,03	3,67	3,33	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	7,42	6,86	6,36	5,89	5,44	5,03	4,67	4,28	3,94	3,61	3,28	2,69	0,0	0,0
15	8,17	7,58	7,06	6,58	6,11	5,69	5,31	4,92	4,56	4,19	3,86	3,22	0,0	0,0
16	8,94	8,33	7,78	7,28	6,81	6,36	5,94	5,56	5,17	4,81	4,44	3,81	3,19	0,0
17	9,72	9,08	8,50	8,00	7,50	7,06	6,61	6,19	5,81	5,42	5,06	4,39	3,75	3,44
18	10,50	9,83	9,25	8,72	8,22	7,75	7,31	6,86	6,44	6,06	5,69	4,97	4,31	4,00
19	11,31	10,61	10,00	9,44	8,92	8,44	7,97	7,53	7,11	6,72	6,33	5,58	4,89	4,58
20	12,08	11,39	10,78	10,19	9,67	9,14	8,67	8,22	7,81	7,39	6,97	6,22	5,50	5,17
21	12,89	12,19	11,53	10,94	10,39	9,86	9,39	8,92	8,47	8,06	7,64	6,86	6,11	5,78
22	13,72	13,00	12,31	11,69	11,14	10,61	10,08	9,61	9,17	8,72	8,31	7,50	6,75	6,39
23	14,53	13,78	13,08	12,47	11,89	11,36	10,81	10,33	9,86	9,42	8,97	8,17	7,39	7,00
24	15,36	14,58	13,89	13,22	12,64	12,08	11,56	11,03	10,56	10,11	9,67	8,83	8,03	7,64
25	16,19	15,39	14,67	14,00	13,39	12,83	12,28	11,78	11,28	10,81	10,36	9,50	8,69	8,31
26	17,03	16,22	15,47	14,81	14,17	13,58	13,03	12,50	12,00	11,53	11,06	10,19	9,36	8,94
27	17,86	17,03	16,28	15,58	14,94	14,33	13,78	13,22	12,72	12,22	11,75	10,86	10,03	9,61
28	18,69	17,86	17,08	16,36	15,72	15,11	14,53	13,97	13,44	12,94	12,47	11,56	10,69	10,28
29	19,56	18,69	17,89	17,17	16,50	15,86	15,28	14,72	14,19	13,67	13,19	12,28	11,39	10,94
30	20,39	19,53	18,72	17,97	17,28	16,64	16,06	15,47	14,92	14,42	13,92	12,97	12,08	11,64
31	21,25	20,36	19,53	18,78	18,08	17,42	16,81	16,22	15,67	15,14	14,64	13,69	12,78	12,33
32	22,11	21,19	20,36	19,58	18,89	18,22	17,58	17,00	16,42	15,89	15,36	14,39	13,47	13,03
33	22,97	22,06	21,19	20,39	19,67	19,00	18,36	17,75	17,19	16,64	16,11	15,11	14,17	13,72
34	23,83	22,89	22,00	21,22	20,47	19,81	19,14	18,53	17,94	17,39	16,86	15,86	14,89	14,42
35	24,69	23,75	22,83	22,03	21,28	20,58	19,92	19,31	18,69	18,14	17,61	16,58	15,61	15,14
36	25,58	24,58	23,69	22,86	22,11	21,39	20,72	20,08	19,47	18,89	18,36	17,31	16,31	15,83
37	26,44	25,44	24,53	23,69	22,92	22,19	21,50	20,86	20,25	19,67	19,11	18,06	17,06	16,56
38	27,31	26,31	25,36	24,53	23,72	23,00	22,31	21,64	21,03	20,44	19,86	18,81	17,78	17,28
39	28,19	27,17	26,22	25,36	24,56	23,81	23,11	22,44	21,81	21,19	20,64	19,53	18,50	18,00
40	29,08	28,03	27,06	26,19	25,39	24,61	23,89	23,22	22,58	21,97	21,39	20,28	19,25	18,72
41	29,94	28,89	27,92	27,03	26,19	25,44	24,69	24,03	23,36	22,75	22,17	21,06	19,97	19,47
42	30,83	29,75	28,78	27,86	27,03	26,25	25,53	24,81	24,17	23,53	22,94	21,81	20,72	20,19
43	31,72	30,64	29,61	28,72	27,86	27,08	26,33	25,61	24,94	24,31	23,69	22,56	21,47	20,94
44	32,61	31,50	30,47	29,56	28,69	27,89	27,14	26,42	25,75	25,11	24,50	23,33	22,22	21,69
45	33,50	32,39	31,33	30,42	29,53	28,72	27,94	27,22	26,56	25,89	25,28	24,08	22,97	22,42
46	34,39	33,25	32,19	31,25	30,39	29,56	28,78	28,03	27,33	26,69	26,06	24,86	23,72	23,17
47	35,28	34,14	33,08	32,11	31,22	30,39	29,58	28,86	28,14	27,47	26,83	25,64	24,47	23,92
48	36,17	35,00	33,94	32,97	32,06	31,22	30,42	29,67	28,94	28,28	27,64	26,42	25,25	24,69
49	37,06	35,89	34,81	33,81	32,92	32,06	31,25	30,47	29,75	29,08	28,42	27,19	26,00	25,44
50	37,97	36,78	35,67	34,67	33,75	32,89	32,08	31,31	30,58	29,89	29,22	27,97	26,78	26,19

TABLEAU 4/E.521

Capacité, en erlangs, pour une seule heure, en fonction du nombre de circuits et du facteur d'irrégularité

Paramètres: – blocage 0,01;
– variance journalière *faible*;
– valeurs moyennes pondérées du facteur d'irrégularité.

Nombre de circuits nécessaires	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,39	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,89	1,64	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,44	2,14	1,86	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	3,03	2,69	2,42	2,11	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,64	3,28	2,97	2,67	2,36	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,25	3,89	3,56	3,22	2,92	2,58	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4,92	4,53	4,17	3,83	3,50	3,17	2,83	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,58	5,17	4,78	4,44	4,08	3,78	3,42	3,08	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	6,25	5,81	5,42	5,06	4,69	4,36	4,03	3,67	3,33	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	6,94	6,50	6,08	5,69	5,33	4,97	4,64	4,28	3,94	3,61	3,28	2,69	0,0	0,0
15	7,64	7,17	6,75	6,33	5,97	5,61	5,25	4,92	4,56	4,19	3,86	3,22	0,0	0,0
16	8,33	7,86	7,42	7,00	6,61	6,25	5,89	5,53	5,17	4,81	4,44	3,81	3,19	0,0
17	9,06	8,56	8,11	7,67	7,28	6,89	6,53	6,17	5,81	5,42	5,06	4,39	3,75	3,44
18	9,81	9,28	8,81	8,36	7,94	7,56	7,17	6,81	6,44	6,06	5,69	4,97	4,31	4,00
19	10,53	10,00	9,50	9,06	8,61	8,22	7,83	7,44	7,08	6,72	6,33	5,58	4,89	4,58
20	11,28	10,72	10,22	9,75	9,31	8,89	8,50	8,11	7,72	7,36	6,97	6,22	5,50	5,17
21	12,03	11,44	10,94	10,44	10,00	9,56	9,17	8,78	8,39	8,03	7,64	6,86	6,11	5,78
22	12,78	12,19	11,67	11,17	10,69	10,25	9,83	9,44	9,06	8,67	8,31	7,56	6,75	6,39
23	13,53	12,94	12,39	11,89	11,42	10,94	10,53	10,11	9,72	9,33	8,94	8,19	7,39	7,00
24	14,31	13,69	13,14	12,61	12,11	11,67	11,22	10,81	10,39	10,00	9,61	8,86	8,03	7,64
25	15,08	14,44	13,86	13,33	12,83	12,36	11,92	11,50	11,08	10,67	10,28	9,50	8,67	8,31
26	15,86	15,22	14,61	14,08	13,56	13,08	12,61	12,19	11,75	11,36	10,94	10,17	9,33	8,94
27	16,64	15,97	15,36	14,81	14,28	13,81	13,33	12,89	12,44	12,03	11,64	10,83	10,00	9,61
28	17,42	16,75	16,14	15,56	15,03	14,53	14,06	13,58	13,14	12,72	12,31	11,50	10,67	10,28
29	18,22	17,53	16,89	16,31	15,78	15,25	14,78	14,31	13,86	13,42	13,00	12,19	11,36	10,94
30	19,00	18,31	17,67	17,06	16,50	16,00	15,50	15,03	14,56	14,11	13,69	12,86	12,06	11,64
31	19,81	19,08	18,44	17,83	17,25	16,72	16,22	15,72	15,28	14,83	14,39	13,56	12,75	12,33
32	20,61	19,89	19,19	18,58	18,00	17,47	16,94	16,47	16,00	15,53	15,11	14,25	13,44	13,03
33	21,39	20,67	19,97	19,36	18,78	18,22	17,69	17,19	16,72	16,25	15,81	14,94	14,14	13,72
34	22,22	21,47	20,75	20,11	19,53	18,97	18,42	17,92	17,44	16,97	16,53	15,67	14,83	14,42
35	23,03	22,25	21,56	20,89	20,28	19,72	19,17	18,67	18,17	17,69	17,22	16,36	15,56	15,11
36	23,83	23,06	22,33	21,67	21,06	20,47	19,92	19,39	18,89	18,42	17,94	17,08	16,25	15,81
37	24,64	23,86	23,14	22,44	21,83	21,25	20,67	20,14	19,64	19,14	18,67	17,78	16,94	16,50
38	25,47	24,67	23,92	23,25	22,61	22,00	21,44	20,89	20,36	19,89	19,42	18,50	17,64	17,19
39	26,28	25,47	24,72	24,03	23,39	22,78	22,19	21,64	21,11	20,61	20,14	19,22	18,33	17,89
40	27,11	26,28	25,53	24,81	24,17	23,53	22,94	22,39	21,86	21,36	20,86	19,94	19,06	18,61
41	27,92	27,08	26,31	25,61	24,94	24,31	23,72	23,14	22,61	22,11	21,61	20,67	19,78	19,31
42	28,75	27,92	27,11	26,39	25,72	25,08	24,47	23,92	23,36	22,83	22,33	21,39	20,47	20,03
43	29,58	28,72	27,92	27,19	26,50	25,86	25,25	24,67	24,11	23,58	23,08	22,11	21,19	20,75
44	30,42	29,56	28,75	28,00	27,31	26,64	26,03	25,44	24,89	24,33	23,83	22,86	21,92	21,44
45	31,25	30,36	29,56	28,81	28,08	27,44	26,81	26,22	25,64	25,11	24,58	23,58	22,64	22,17
46	32,08	31,19	30,36	29,61	28,89	28,22	27,58	26,97	26,42	25,86	25,33	24,33	23,36	22,89
47	32,92	32,03	31,17	30,42	29,69	29,00	28,36	27,75	27,17	26,61	26,08	25,06	24,11	23,64
48	33,75	32,83	32,00	31,22	30,47	29,81	29,14	28,53	27,94	27,39	26,83	25,81	24,83	24,36
49	34,58	33,67	32,81	32,03	31,28	30,58	29,94	29,31	28,72	28,14	27,58	26,56	25,56	25,08
50	35,44	34,50	33,64	32,83	32,08	31,39	30,72	30,08	29,50	28,92	28,36	27,31	26,31	25,83

TABLEAU 5/E.521

Capacité, en erlangs, pour une seule heure, en fonction du nombre de circuits et du facteur d'irrégularité

Paramètres: – blocage 0,01;
– variance journalière *moyenne*;
– valeurs moyennes pondérées du facteur d'irrégularité.

Nombre de circuits nécessaires	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,39	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,86	1,61	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,39	2,11	1,83	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	2,94	2,64	2,36	2,08	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,53	3,19	2,89	2,61	2,33	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,11	3,78	3,47	3,17	2,86	2,58	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4,72	4,39	4,03	3,72	3,42	3,14	2,83	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,36	4,97	4,64	4,31	4,00	3,69	3,39	3,08	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	6,00	5,61	5,25	4,89	4,56	4,25	3,94	3,67	3,33	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	6,64	6,22	5,86	5,50	5,17	4,83	4,53	4,22	3,92	3,61	3,28	2,69	0,0	0,0
15	7,31	6,89	6,47	6,11	5,78	5,42	5,11	4,78	4,47	4,19	3,86	3,22	0,0	0,0
16	7,97	7,53	7,11	6,75	6,39	6,03	5,69	5,39	5,06	4,75	4,44	3,81	3,19	0,0
17	8,64	8,19	7,78	7,36	7,00	6,64	6,31	5,97	5,64	5,33	5,03	4,39	3,75	3,44
18	9,33	8,86	8,42	8,03	7,64	7,28	6,92	6,58	6,25	5,92	5,61	4,97	4,31	4,00
19	10,03	9,53	9,08	8,67	8,28	7,89	7,53	7,19	6,86	6,53	6,19	5,58	4,89	4,58
20	10,69	10,19	9,75	9,33	8,92	8,53	8,17	7,81	7,47	7,14	6,81	6,17	5,50	5,17
21	11,42	10,89	10,42	9,97	9,56	9,17	8,81	8,44	8,08	7,75	7,42	6,75	6,11	5,78
22	12,11	11,58	11,11	10,64	10,22	9,83	9,44	9,06	8,69	8,36	8,03	7,36	6,72	6,39
23	12,83	12,28	11,78	11,33	10,89	10,47	10,08	9,69	9,33	8,97	8,64	7,97	7,33	7,00
24	13,53	13,00	12,47	12,00	11,56	11,14	10,72	10,36	9,97	9,61	9,25	8,58	7,94	7,61
25	14,25	13,69	13,17	12,69	12,25	11,81	11,39	11,00	10,61	10,25	9,89	9,19	8,56	9,19
26	14,97	14,42	13,86	13,39	12,92	12,47	12,06	11,64	11,28	10,89	10,53	9,83	9,17	8,81
27	15,69	15,11	14,58	14,08	13,61	13,14	12,72	12,31	11,92	11,53	11,17	10,44	9,78	9,42
28	16,44	15,83	15,28	14,78	14,28	13,83	13,39	12,97	12,58	12,19	11,81	11,08	10,39	10,06
29	17,17	16,56	16,00	15,47	14,97	14,53	14,08	13,64	13,25	12,83	12,47	11,72	11,03	10,67
30	17,92	17,28	16,72	16,17	15,67	15,19	14,75	14,31	13,92	13,50	13,11	12,36	11,64	11,31
31	18,64	18,03	17,42	16,89	16,39	15,89	15,44	15,00	14,58	14,17	13,78	13,03	12,28	11,94
32	19,39	18,75	18,14	17,58	17,08	16,58	16,11	15,67	15,25	14,83	14,44	13,67	12,92	12,56
33	20,14	19,47	18,86	18,31	17,78	17,28	16,81	16,36	15,92	15,50	15,11	14,33	13,58	13,19
34	20,89	20,22	19,61	19,03	18,50	18,00	17,50	17,06	16,61	16,17	15,78	14,97	14,22	13,86
35	21,64	20,97	20,33	19,75	19,22	18,69	18,19	17,75	17,28	16,86	16,44	15,64	14,86	14,50
36	22,39	21,69	21,06	20,47	19,92	19,42	18,92	18,44	17,97	17,53	17,11	16,31	15,53	15,14
37	23,14	22,44	21,81	21,19	20,64	20,11	19,61	19,14	18,67	18,22	17,81	16,97	16,19	15,81
38	23,89	23,19	22,53	21,94	21,36	20,83	20,31	19,83	19,36	18,92	18,47	17,64	16,86	16,47
39	24,64	23,94	23,28	22,67	22,08	21,56	21,03	20,53	20,06	19,61	19,17	18,33	17,53	17,11
40	25,42	24,69	24,03	23,39	22,81	22,25	21,75	21,25	20,75	20,31	19,86	19,00	18,19	17,78
41	26,17	25,44	24,78	24,14	23,56	22,97	22,44	21,94	21,47	21,00	20,56	19,69	18,86	18,44
42	26,94	26,19	25,50	24,86	24,28	23,72	23,17	22,67	22,17	21,69	21,25	20,36	19,53	19,11
43	27,72	26,97	26,25	25,61	25,00	24,44	23,89	23,36	22,86	22,39	21,94	21,06	20,19	19,81
44	28,47	27,72	27,00	26,36	25,75	25,17	24,61	24,08	23,58	23,08	22,64	21,75	20,89	20,47
45	29,25	28,47	27,78	27,11	26,47	25,89	25,33	24,81	24,31	23,81	23,33	22,44	21,56	21,14
46	30,03	29,25	28,53	27,86	27,22	26,64	26,06	25,53	25,00	24,50	24,03	23,14	22,25	21,83
47	30,81	30,00	29,28	28,61	27,97	27,36	26,78	26,25	25,72	25,22	24,75	23,83	22,94	22,50
48	31,58	30,78	30,03	29,36	28,72	28,11	27,53	26,97	26,44	25,94	25,44	24,53	23,64	23,19
49	32,36	31,56	30,81	30,11	29,44	28,83	28,25	27,69	27,17	26,64	26,17	25,22	24,33	23,89
50	33,14	32,31	31,56	30,86	30,19	29,58	29,00	28,42	27,89	27,36	26,86	25,92	25,03	24,58

TABLEAU 6/E.521

Capacité, en erlangs, pour une seule heure, en fonction du nombre de circuits et du facteur d'irrégularité

Paramètres: – blocage 0,01;
– variance journalière *élevée*;
– valeurs moyennes pondérées du facteur d'irrégularité.

Nombre de circuits nécessaires	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,36	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,86	1,61	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,36	2,08	1,83	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	2,89	2,61	2,33	2,06	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,44	3,14	2,86	2,58	2,31	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,03	3,69	3,39	3,11	2,83	2,56	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4,61	4,25	3,94	3,64	3,36	3,08	2,81	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,19	4,83	4,50	4,19	3,89	3,61	3,33	3,06	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	5,81	5,42	5,08	4,78	4,44	4,17	3,86	3,58	3,31	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	6,42	6,03	5,67	5,33	5,03	4,72	4,42	4,14	3,83	3,58	3,28	2,69	0,0	0,0
15	7,03	6,64	6,28	5,92	5,61	5,28	4,97	4,69	4,39	4,11	3,83	3,22	0,0	0,0
16	7,67	7,25	6,86	6,53	6,19	5,86	5,56	5,25	4,94	4,67	4,36	3,81	3,19	0,0
17	8,31	7,86	7,47	7,11	6,78	6,44	6,11	5,81	5,50	5,22	4,92	4,36	3,75	3,44
18	8,94	8,50	8,11	7,72	7,36	7,03	6,69	6,39	6,08	5,78	5,47	4,89	4,31	4,00
19	9,58	9,14	8,72	8,33	7,97	7,64	7,31	6,97	6,64	6,33	6,03	5,44	4,89	4,58
20	10,22	9,78	9,36	8,94	8,58	8,22	7,89	7,56	7,22	6,92	6,61	6,00	5,44	5,14
21	10,89	10,42	9,97	9,58	9,19	8,83	8,50	8,14	7,83	7,50	7,19	6,58	6,00	5,69
22	11,53	11,06	10,61	10,22	9,83	9,44	9,08	8,75	8,42	8,08	7,78	7,17	6,56	6,25
23	12,19	11,72	11,28	10,83	10,44	10,06	9,69	9,36	9,00	8,67	8,36	7,72	7,14	6,83
24	12,86	12,36	11,92	11,47	11,08	10,69	10,31	9,94	9,61	9,28	8,94	8,31	7,69	7,39
25	13,53	13,03	12,56	12,11	11,69	11,31	10,94	10,56	10,22	9,89	9,56	8,92	8,28	7,97
26	14,19	13,69	13,22	12,75	12,33	11,94	11,56	11,19	10,83	10,47	10,14	9,50	8,86	8,56
27	14,89	14,36	13,86	13,42	12,97	12,58	12,19	11,81	11,44	11,08	10,75	10,08	9,44	9,14
28	15,56	15,03	14,53	14,06	13,64	13,22	12,81	12,42	12,06	11,69	11,36	10,69	10,03	9,72
29	16,25	15,69	15,19	14,72	14,28	13,86	13,44	13,06	12,69	12,33	11,97	11,31	10,64	10,31
30	16,92	16,36	15,86	15,36	14,92	14,50	14,08	13,69	13,31	12,94	12,58	11,89	11,22	10,92
31	17,61	17,06	16,53	16,03	15,58	15,14	14,72	14,33	13,94	13,56	13,19	12,50	11,83	11,50
32	18,31	17,72	17,19	16,69	16,22	15,78	15,36	14,94	14,56	14,19	13,83	13,11	12,44	12,11
33	18,97	18,42	17,86	17,36	16,89	16,44	16,00	15,58	15,19	14,81	14,44	13,72	13,06	12,69
34	19,67	19,08	18,53	18,03	17,56	17,08	16,67	16,25	15,83	15,44	15,08	14,36	13,67	13,31
35	20,36	19,78	19,22	18,69	18,22	17,75	17,31	16,89	16,47	16,08	15,69	14,97	14,28	13,92
36	21,06	20,47	19,89	19,36	18,89	18,42	17,97	17,53	17,11	16,72	16,33	15,61	14,89	14,53
37	21,75	21,14	20,58	20,06	19,56	19,08	18,61	18,19	17,78	17,36	16,97	16,22	15,50	15,14
38	22,44	21,83	21,25	20,72	20,22	19,72	19,28	18,83	18,42	18,00	17,61	16,86	16,14	15,78
39	23,17	22,53	21,94	21,39	20,89	20,39	19,94	19,50	19,06	18,64	18,25	17,50	16,75	16,39
40	23,86	23,22	22,64	22,08	21,56	21,06	20,58	20,14	19,72	19,31	18,89	18,11	17,39	17,00
41	24,56	23,92	23,33	22,75	22,22	21,75	21,25	20,81	20,36	19,94	19,53	18,75	18,00	17,64
42	25,28	24,61	24,00	23,44	22,92	22,42	21,92	21,47	21,03	20,58	20,19	19,39	18,64	18,29
43	25,97	25,31	24,69	24,14	23,58	23,08	22,58	22,14	21,67	21,25	20,83	20,03	19,28	18,89
44	26,67	26,03	25,39	24,81	24,28	23,75	23,25	22,78	22,33	21,92	21,47	20,67	19,89	19,53
45	27,39	26,72	26,08	25,50	24,94	24,44	23,94	23,44	23,00	22,56	22,14	21,33	20,53	20,17
46	28,08	27,42	26,78	26,19	25,64	25,11	24,61	24,14	23,67	23,22	22,78	21,97	21,17	20,81
47	28,81	28,14	27,47	26,89	26,33	25,81	25,28	24,81	24,33	23,89	23,44	22,61	21,81	21,44
48	29,53	28,83	28,19	27,58	27,00	26,47	25,97	25,47	25,00	24,56	24,11	23,28	22,47	22,08
49	30,22	29,53	28,89	28,28	27,69	27,17	26,64	26,14	25,67	25,19	24,75	23,92	23,11	22,72
50	30,94	30,25	29,58	28,97	28,39	27,83	27,31	26,81	26,33	25,86	25,42	24,58	23,75	23,36

3.2 *Utilisation d'ordinateurs*

Quand on dispose d'un ordinateur, il est possible de rendre automatique l'emploi des tableaux 3/E.521 à 6/E.521. A cet effet, on a établi des algorithmes numériques décrits dans l'article cité en [5].

4 Exemple

4.1 *Niveau des variations journalières du trafic*

Si les valeurs du trafic offert à un faisceau final au cours des 30 jours les plus chargés sont données (M_1 à M_{30}) et si le calcul du trafic moyen et de la variance a fourni les valeurs 10 et 20, respectivement, il faut, dans l'application de la figure 1/E.521, utiliser un niveau *élevé* de variations journalières du trafic.

4.2 *Trafic futur offert au faisceau final et facteur d'irrégularité*

Si la prévision des trafics futurs indique que trois éléments de trafic seront offerts au faisceau final:

- débordement de 6 circuits offrant 7,8 erlangs,
- débordement de 12 circuits offrant 10 erlangs,
- 7 erlangs offerts directement,

on peut établir le tableau 7/E.521.

TABLEAU 7/E.521

Nombre d'éléments de trafic i	Trafic offert aux faisceaux débordants A_i	Nombre de circuits débordants n_i	Débordement pour une seule heure β_i	Trafic sur le dernier circuit du faisceau débordant	Facteur d'irrégularité z_i	$\beta_i z_i$	Coefficient de correction r_i	Débordement moyen $\bar{\beta}_i = r_i\beta_i$
1	7,8	6	2,95	0,69	1,73	5,1	1,0	2,95
2	10,0	12	1,20	0,44	2,19	2,6	1,2	1,44
3	7,0	0	7,0	–	1,0	7,0	1,0	7,00
			$\sum_{i=1}^{h} \beta_i = 11{,}15$			14,7		$M = \sum_{i=1}^{h} \bar{\beta}_i$
						$z = \frac{\sum_{i=1}^{h} \beta_i z_i}{\sum_{i=1}^{h} \beta_i}$		= 11,39
						$= \frac{14{,}7}{11{,}15}$		
						= 1,3		

Il convient de remarquer que les valeurs de r_i ont été tirées du tableau 2/E.521, pour le niveau *moyen* des variations journalières du trafic. Si, pour chacun des faisceaux débordants, on disposait des trafics correspondant aux 30 jours les plus chargés, on pourrait, pour chaque faisceau, utiliser un niveau mieux adapté.

On dispose maintenant de tous les renseignements nécessaires: on utilise le tableau 6/E.521 des capacités pour le niveau *élevé* des variations journalières du trafic et, en fonction du trafic moyen $M = 11{,}39$ offert au faisceau final ainsi que du facteur d'irrégularité $z = 1{,}3$ (résultant d'une interpolation entre $z = 1{,}2$ et $z = 1{,}4$), on trouve qu'il faut 23 circuits.

Il est à remarquer que si on n'avait pas disposé des mesures utilisées au § 4.1, il aurait fallu recourir, pour déterminer le niveau des variations journalières du trafic, au procédé qui, en l'absence de ces mesures, est indiqué dans le § 1.

Trafic de débordement offert au faisceau final = 4,15 erlangs.

Trafic total offert au faisceau final = 11,15 erlangs.

Le rapport 4,15/11,15 = 0,37 est supérieur à 0,25 et, en conséquence, on aurait choisi d'utiliser un niveau *moyen* pour les variations journalières du trafic.

Références

[1] *Tabellen für die Planung von Fernsprecheinrichtungen*, Siemens u. Halske, Munich, 1961.

[2] WILKINSON (R. I): Theories for toll traffic engineering in the USA, figures 12 et 13, *Bell System Technical Journal*, vol. 35, mars 1956.

[3] WILKINSON (R. I.): Simplified engineering of single stage alternate routing systems, *VIe Congrès international de télétrafic*, Londres, 1964.

[4] WILKINSON (R. I): Non-random traffic curves and tables, *Bell Telephone Laboratories*, 1970.

[5] HILL (D. W.), NEAL (S. R.): The Traffic Capacity of a Probability Engineered Trunk Group, *Bell System Technical Journal*, septembre 1976.

Recommandation E.522

NOMBRE DE CIRCUITS DANS UN FAISCEAU DÉBORDANT

1 Introduction

Dans l'étude économique du plan d'un réseau avec acheminement détourné, le nombre de circuits d'un faisceau débordant doit être déterminé de telle manière que les charges annuelles correspondant à l'ensemble du réseau aient une valeur minimale, tout en respectant en même temps des conditions déterminées pour la qualité d'écoulement du trafic. Dans l'arrangement optimal, le coût par erlang correspondant à l'acheminement d'une intensité de trafic marginale sur la voie d'acheminement débordante ou sur la voie d'acheminement détournée est le même.

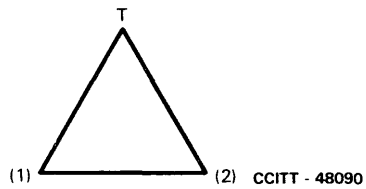


FIGURE 1/E.522

En conséquence, on obtient le nombre optimal de circuits débordants n entre un central (1) et un autre central (2) en utilisant l'expression suivante lorsque le trafic de débordement est acheminé par un centre de transit T (voie 1-T-2), voir la figure 1/E.522.

$$F_n(A) = A\{E_{1,n}(A) - E_{1,(n+1)}(A)\} = M \times \frac{\text{charges financières annuelles (1-2)}}{\text{charges financières annuelles (1-T-2)}}$$

Dans cette formule, A est l'intensité du trafic offert pour la relation «1-2», dans la formule des appels perdus d'Erlang pour un faisceau à accessibilité parfaite. L'expression $F_n(A)$ fournit l'occupation marginale[1] (fonction d'amélioration) pour le faisceau débordant lorsqu'on lui ajoute un circuit supplémentaire.

La valeur M est l'*utilisation marginale*[2] *sur la voie d'acheminement finale* «1-T-2» (qui n'a rien à voir avec le rapport des coûts) lorsque l'on ajoute un circuit supplémentaire. Les charges financières annuelles sont les charges annuelles marginales correspondant à l'adjonction d'un circuit supplémentaire sur chacune des deux voies d'acheminement «1-2» et «1-T-2».

La planification d'un réseau d'acheminement détourné a fait l'objet d'une littérature technique abondante [1] à [10].

Les charges annuelles évoquées dans cette Recommandation désignent les frais d'investissement.

---

[1] On désigne souvent l'occupation marginale par capacité de jonction finale.

[2] On désigne souvent l'utilisation marginale par capacité de jonction supplémentaire.

2 Méthode pratique recommandée

2.1 *Domaine d'application*

Il faut reconnaître que les conditions applicables à l'acheminement détourné varient très largement selon qu'il s'agit du réseau continental ou du réseau intercontinental. On peut notamment observer de notables différences en ce qui concerne la longueur et le coût des circuits, le trafic et les moments auxquels se présentent les heures chargées. La méthode décrite ci-dessous s'efforce de tenir compte de ces facteurs dans la mesure où il est possible de le faire dans le cadre d'une procédure simplifiée.

2.2 *Statistiques du trafic*

Il convient de souligner l'importance que présentent des évaluations sûres du trafic. Pour chacune des relations en cause, il est indispensable de disposer d'évaluations du trafic pour l'heure chargée de la relation et pour l'heure chargée de chaque section des voies d'acheminement sur lesquelles il y a débordement. Ces valeurs pouvant être modifiées par les arrangements finalement adoptés pour les circuits débordants, il faut disposer d'évaluations du trafic pour chaque relation et pour la plupart des heures significatives de la journée. Cela s'applique particulièrement au réseau intercontinental où les voies d'acheminement finales acheminent des composantes de trafic présentant des heures chargées très diverses.

2.3 *Bases de la méthode recommandée*

Cette méthode est fondée sur une simplification des équations de calcul économique des dimensions indiquées dans l'introduction. Les hypothèses permettant une simplification sont les suivantes:

i) les rapports entre les charges annuelles correspondant aux voies d'acheminement de détournement et aux voies d'acheminement débordantes sont réunis en catégories et une seule valeur est retenue comme représentative de chaque catégorie; cette simplification est acceptable parce que l'on sait que les coûts totaux des réseaux sont relativement peu sensibles aux fluctuations du rapport des charges annuelles;

ii) le facteur d'utilisation marginale M, qui s'applique aux voies d'acheminement de débordement, est considéré comme constant pour une gamme de dimensions de faisceau de circuits;

Importance du faisceau (nombre de circuits)	Valeur de M
Moins de 10	0,6
10 ou plus	0,8

iii) l'importance de chaque faisceau débordant sera calculée par rapport à la voie d'acheminement détournée la moins chère (c'est-à-dire que l'on ne tient pas compte de l'effet de voies d'acheminement détournées parallèles).

Si l'on veut obtenir plus de précision dans le calcul du réseau ou dans celui des faisceaux, on peut appliquer des méthodes plus complexes (voir [5] et [7]).

2.4 *Détermination du rapport des coûts*

Dans le service continental et intercontinental, le nombre de circuits à prévoir pour les faisceaux débordants dépend du rapport des charges financières annuelles évalué par les Administrations intéressées. Le rapport des charges financières annuelles (voir le tableau 1/E.522) est défini comme suit:

$$R = \frac{\text{charge annuelle d'un circuit supplémentaire sur la voie d'acheminement détournée}}{\text{charge annuelle d'un circuit supplémentaire sur la voie d'acheminement débordante}}$$

La «charge financière annuelle correspondant à un circuit supplémentaire sur la voie d'acheminement détournée» est calculée en additionnant:

- la charge annuelle par circuit de chaque section de la voie d'acheminement détournée, et
- la charge annuelle de commutation d'un circuit à chaque centre de commutation intermédiaire.

Lorsqu'une Administration tierce est concernée, la nécessité peut apparaître de calculer la charge financière annuelle de commutation au centre intermédiaire à partir de la charge de commutation de transit par minute d'occupation[3]. On peut opérer comme suit:

$M \times 60 \times F \times 26 \times 12 \times$ charge de commutation de transit par minute d'occupation.

Lors du calcul du coefficient F permettant la conversion d'heure chargée en jour, il convient de tenir compte de sa dépendance vis-à-vis du trafic offert à la voie d'acheminement débordante, de la probabilité de débordement et de la différence de temps. Le tableau 1/E.522, élaboré à partir des profils de trafic types du tableau 1/E.523, peut servir de directive:

TABLEAU 1/E.522

Trafic offert (erlangs)	Possibilité de débordement	Décalage horaire												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1	2,6	3,2	3,7	3,8	2,7	2,3	2,3	1,7	3,2	2,4	2,2	2,0	2,7
	10	3,7	4,5	4,8	4,7	3,5	3,1	3,0	2,5	4,1	3,2	2,9	2,8	3,6
	20	4,5	5,2	5,4	5,3	4,0	3,7	3,5	3,1	4,7	3,8	3,4	3,4	4,2
	30	5,1	5,8	6,0	5,8	4,6	4,2	4,0	3,7	5,1	4,3	3,9	4,0	4,8
	40	5,7	6,4	6,5	6,3	5,1	4,7	4,5	4,2	5,6	4,8	4,4	4,6	5,3
	50	6,3	6,9	7,0	6,8	5,6	5,2	5,0	4,7	6,0	5,3	5,0	5,1	5,8
10	1	2,1	2,6	3,3	3,5	2,5	2,1	2,1	1,4	2,8	2,0	2,0	1,8	2,4
	10	3,2	4,0	4,4	4,3	3,1	2,7	2,6	2,1	3,8	2,8	2,6	2,4	3,2
	20	4,0	4,8	5,1	4,9	3,6	3,3	3,1	2,7	4,3	3,4	3,0	3,0	3,8
	30	4,7	5,4	5,6	5,4	4,2	3,8	3,6	3,3	4,8	3,9	3,4	3,6	4,4
	40	5,3	6,0	6,1	5,9	4,7	4,4	4,2	3,8	5,3	4,4	4,0	4,2	4,9
	50	5,9	6,6	6,7	6,4	5,3	4,9	4,7	4,4	5,7	5,0	4,6	4,8	5,5
25	1	1,6	2,0	2,8	3,1	2,2	1,8	2,0	1,2	2,4	1,7	1,8	1,6	2,1
	10	2,7	3,3	3,9	3,9	2,7	2,4	2,3	1,7	3,3	2,4	2,3	2,0	2,7
	20	3,5	4,2	4,6	4,4	3,2	2,8	2,7	2,2	3,9	3,0	2,6	2,5	3,3
	30	4,2	5,0	5,2	5,0	3,7	3,4	3,2	2,8	4,4	3,5	3,0	3,1	3,9
	40	4,8	5,6	5,8	5,5	4,3	3,9	3,8	3,4	4,9	4,0	3,5	3,7	4,5
	50	5,5	6,2	6,3	6,1	4,9	4,5	4,3	4,0	5,4	4,6	4,1	4,4	5,1
50	1	1,3	1,7	2,4	2,9	2,1	1,6	2,0	1,1	2,1	1,5	1,6	1,4	2,0
	10	2,3	2,8	3,5	3,6	2,5	2,2	2,1	1,4	3,1	2,2	2,2	1,8	2,4
	20	3,1	3,9	4,3	4,2	3,0	2,6	2,4	1,9	3,7	2,7	2,5	2,2	3,0
	30	3,9	4,7	5,0	4,8	3,4	3,1	2,9	2,5	4,2	3,3	2,8	2,8	3,6
	40	4,6	5,4	5,6	5,3	4,0	3,7	3,5	3,2	4,7	3,8	3,2	3,5	4,3
	50	5,3	6,0	6,1	5,9	4,7	4,3	4,2	3,8	5,2	4,3	3,8	4,2	4,9

Remarque – Il est possible d'obtenir des résultats intermédiaires par interpolation linéaire.

[3] Il peut s'avérer nécessaire de calculer la charge de commutation de transit par minute d'occupation à partir de la charge par minute de conversation (le coefficient d'efficacité est expliqué dans la Recommandation E.506).

La valeur calculée de R sera alors utilisée pour choisir dans le tableau 2/E.522 la valeur précise (ou la valeur immédiatement supérieure) du rapport des charges annuelles, destinée à être appliquée dans le tableau du trafic. Les valeurs des rapports des charges annuelles peuvent être groupées de la manière suivante:

a) A l'intérieur d'un même continent ou d'autres étendues terrestres moins importantes mais étroitement liées, les distances pouvant atteindre 1600 km (1000 miles), avec un trafic élevé et une exploitation fréquemment à sens unique:

Rapport des charges annuelles: R = 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 et 7,0.[4)]

b) Service intercontinental sur de longues distances, faible trafic et exploitation généralement à double sens:

Rapport des charges annuelles: R = 1,1; 1,3; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 et 5,0.[4)]

2.5 *Mode d'application de la méthode*

Les circuits débordants servant à l'acheminement du trafic aléatoire peuvent être dimensionnés sur la base du tableau 2/E.522.

Etape 1 – Evaluer le rapport des charges annuelles conformément aux indications du § 2.4. (Il y a peu de différence entre les rapports adjacents.) Si ce rapport est difficile à évaluer, on utilisera les valeurs soulignées dans les alinéas a) et b) du § 2.4.

Etape 2 – Utiliser le tableau 2/E.522 pour déterminer le nombre N de circuits débordants.

Remarque – Lorsque deux valeurs sont indiquées pour N, la valeur de droite se rapporte aux voies d'acheminement détournées comptant plus de dix circuits et celle de gauche à des faisceaux moins importants. La valeur de gauche n'est pas indiquée si l'importance de la voie d'acheminement détournée ne peut plus être faible.

3 Profils du trafic pour 24 heures

La valeur du trafic utilisée dans la méthode décrite dans le § 2 doit correspondre à la valeur de trafic offert à la voie d'acheminement débordante au cours de l'heure chargée du faisceau final. Au cas où certaines des heures chargées des groupes ou des sections de faisceaux constituant une voie d'acheminement détournée ne coïncident pas avec l'heure chargée de la relation, il convient d'appliquer la méthode suivante afin de tenir compte des profils de trafic pour 24 heures (voir [6], [8] et [9]).

Cette méthode comprend trois étapes essentielles:

i) élaborer les demandes de trafic horaire à dimensionner;

ii) déterminer la taille de tous les faisceaux de circuits débordants et finals pour une demande de trafic horaire;

iii) recommencer l'opération décrite dans l'étape ii) pour chaque matrice horaire supplémentaire.

3.1 *La préparation des demandes de trafic horaire*

Chaque Administration regroupe des données historiques sur le trafic sur une base horaire conformément aux Recommandations E.500 et E.523. Grâce à l'utilisation des données historiques et des informations contenues dans la Recommandation E.506, on effectue des prévisions de demande de trafic horaire, ce qui donne une suite de demandes horaires de chaque central à tous les autres centraux.

3.2 *La détermination de la taille des faisceaux de circuits pour une demande horaire de trafic*

Grâce aux méthodes décrites dans le § 2 et dans la Recommandation E.521, on détermine la taille des groupes de jonction pour la première demande de trafic horaire sans tenir compte des autres demandes de trafic horaire.

[4)] Ces valeurs ne sont qu'expérimentales. Les fourchettes et les valeurs représentatives du rapport des charges annuelles devront faire l'objet d'une nouvelle étude.

TABLEAU 2/E.522

Nombre de circuits débordants selon l'importance du trafic offert, du rapport des charges annuelles et des faisceaux de débordement

Trafic offert pendant l'heure chargée du réseau (erlangs)	Rapport des charges annuelles									Nombre de circuits lorsqu'il n'y a pas de voie d'acheminement de débordement pour $p = 0{,}01$
	1,1	1,3	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	
	Occupation minimale des circuits pour un trafic de faisceau débordant									
	0,545/0,727	0,46/0,615	0,4/0,53	0,3/0,4	0,2/0,26	0,15/0,2	0,12/0,16	0,1/0,13	0,085/0,114	
	N, nombre de circuits débordants *A/B* *A* correspondant à moins de 10 circuits dans le faisceau de débordement ($M = 0{,}6$) *B* correspondant à 10 circuits ou plus dans le faisceau de débordement ($M = 0{,}8$)									
1,5	1/0	1/0	2/1	2/2	3/2	3/3	4/3	4/3	4/4	6
1,75	1/0	2/1	2/1	3/2	3/3	4/3	4/4	4/4	4/4	6
2,0	1/0	2/1	2/2	3/2	4/3	4/4	4/4	5/4	5/5	7
2,25	2/0	2/1	3/2	3/3	4/4	5/4	5/4	5/5	5/5	7
2,5	2/0	3/1	3/2	4/3	5/4	5/5	5/5	6/5	6/5	7
2,75	2/1	3/2	3/2	4/3	5/4	5/5	6/5	6/6	6/6	8
3,0	3/1	3/2	4/3	4/4	5/5	6/5	6/6	6/6	7/6	8
3,5	3/1	4/2	4/3	5/4	6/5	7/6	7/6	7/7	7/7	9
4,0	4/2	4/3	5/4	6/5	7/6	7/7	8/7	8/7	8/8	10
4,5	4/2	5/3	6/4	6/6	7/7	8/7	8/8	9/8	9/8	10
5,0	5/3	6/4	6/5	7/6	8/7	9/8	9/9	9/9	10/9	11
5,5	5/3	6/5	7/5	8/7	9/8	9/9	10/9	10/10	10/10	12
6,0	6/3	7/5	7/6	8/7	9/9	10/9	11/10	11/10	11/11	13
7,0	7/4	8/6	8/7	10/8	11/10	11/11	12/11	12/12	13/12	14
8,0	8/5	9/7	10/8	11/10	12/11	13/12	13/13	14/13	14/13	15
9,0	/6	/8	/9	/11	/12	/13	/14	/14	/15	17
10,0	/7	/9	/10	/12	/14	/15	/15	/16	/16	18
12,0	/9	/11	/12	/14	/16	/17	/18	/18	/19	20
15,0	/12	/14	/16	/18	/20	/21	/21	/22	/22	24
20,0	/16	/19	/21	/23	/25	/27	/28	/28	/29	30
25,0	/21	/24	/26	/29	/31	/33	/33	/34	/35	36
30,0	/26	/29	/31	/34	/37	/38	/39	/40	/41	42
40,0	/36	/39	/42	/45	/48	/50	/51	/52	/52	53
50,0	/45	/49	/52	/55	/59	/61	/62	/63		64
60,0	/55	/60	/62	/66	/70	/72	/73			75
80,0	/74	/80	/83	/87	/92	/94	/95			96
100,0	/94	/100	/103	/108	/113	/116				117
120,0	/113	/120	/124	/129	/134	/137	Plage d'économie des faisceaux			138
150,0	/143	/150	/154	/160	/166	/169	de circuits finals directs.			170
200,0	/192	/200	/205	/212	/219					221
250,0	/241	/250	/256	/263	/271					273
300,0	/290	/300	/306	/315	/323					324

3.3 *Itération pour chaque matrice supplémentaire de trafic horaire*

Lors de la détermination de la taille des faisceaux de circuits pour la deuxième demande de trafic horaire, la méthode intègre le nombre de circuits déterminé lors de l'étape précédente et se limite seulement à augmenter la taille des faisceaux de circuits, c'est-à-dire que si les tailles des faisceaux de circuits sont plus importantes lors de la première demande de trafic horaire que lors de la seconde, les tailles des faisceaux de circuits correspondant à la première demande de trafic horaire sont retenues.

Toutes les demandes supplémentaires de trafic horaire sont traitées de la même façon répétitive. Par conséquent, les tailles des faisceaux de circuits qui en résultent satisfont les demandes de trafic pour toutes les heures concernées (un exemple de calcul est donné dans l'annexe A).

3.4 *L'ordre de traitement*

Le traitement peut commencer dès la première heure de demande du trafic; cependant, il ressort des expériences menées à ce sujet que l'efficacité du réseau peut être améliorée si le traitement commence à l'heure où la demande totale de trafic est la moins importante. On notera que cette méthode donne des réseaux presque optimaux, qui peuvent être améliorés manuellement.

4 Réseaux à acheminement détourné optimaux au moindre coût

La méthode ci-dessous permet aux Administrations d'adapter les réseaux à acheminement détourné afin de tenir compte des différentes méthodes de comptabilité des recettes.

Cette méthode comporte les étapes suivantes:

i) Obtenir des profils de trafic pour 24 heures conformément aux Recommandations E.500 et E.523.

ii) Calculer les quantités et coûts de circuit pour un réseau sans débordement conformément à la Recommandation E.520.

iii) Calculer les minutes de débordement mensuel (temps d'occupation) avec différents pourcentages de débordement d'heure chargée. On procède par l'application de trois coefficients de conversion aux erlangs de débordement d'heure chargée.
   - Rapport minutes d'occupation/erlangs – valeur fixe: 60.
   - Rapport du débordement quotidien au débordement d'heure chargée. Une valeur liée au profil de trafic pour 24 heures et au degré de débordement.
   - Rapport du débordement mensuel au débordement quotidien (Recommandation E.506). Une valeur liée au modèle d'un jour à l'autre au cours d'un mois et au degré de débordement.

iv) Début de l'opération avec le réseau déterminé lors de l'étape ii):
   - Retirer un circuit aux circuits débordants.
   - Calculer le débordement du faisceau de circuits final.
   - Dimensionner le faisceau de circuits final conformément à la Recommandation E.521.
   - Calculer les coûts des circuits et les charges de transit.

v) Répéter l'opération du point iv) jusqu'à ce que les Administrations terminales aient atteint un niveau minimal de dépenses (coût des circuits et charges de transit) (un exemple de calcul est donné dans l'annexe B).

5 Considérations relatives au service

Un faisceau minimal de deux circuits peut être économique en service intercontinental avec une exploitation à double sens. Des considérations de service peuvent également jouer en faveur d'une augmentation du nombre des circuits directs, particulièrement lorsque le rapport des charges annuelles est proche de l'unité.

Bien que l'importance des faisceaux débordants soit normalement déterminée par les intensités de trafic à écouler et par les rapports des charges annuelles, il faut reconnaître que ces faisceaux font partie d'un réseau sur lequel certaines conditions de qualité de service pour les abonnés doivent être respectées. La possibilité d'écouler le trafic offert avec une efficacité acceptable doit être tempérée par ces considérations concernant la qualité du service sur l'ensemble du réseau.

Dans un système à faisceaux de circuits débordants et à faisceaux de circuits finals, la caractéristique essentielle, du point de vue de la qualité du service, est l'avantage que présentent les circuits directs par rapport aux acheminements à plusieurs sections. Compte tenu des facteurs économiques, un emploi libéral de faisceaux directs débordants assure à l'abonné une haute qualité de service. Il est recommandé de créer de nouveaux faisceaux débordants chaque fois que l'écoulement du trafic et que les rapports de coûts ne sont pas déterminants. Cette pratique peut entraîner la création de faisceaux directs débordants comptant deux circuits ou davantage.

La mise en service de faisceaux débordants améliore la qualité générale d'écoulement du trafic et les possibilités d'acheminement au cours des périodes de pointe ou en cas de dérangement. Si des sections à débordement mettent la voie d'acheminement principale finale en dérivation, la mise en service de voies d'acheminement débordantes peut contribuer à éviter les dépenses qui pourraient être nécessaires pour maintenir au-dessous du maximum le nombre de sections en série. Dans l'avenir, il pourrait être nécessaire de faire plus de mesures des intensités de trafic à des fins de comptabilité internationale et ces opérations pourraient être facilitées par l'utilisation de circuits débordants.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.522)

Exemple de dimensionnement d'un réseau compte tenu des profils de trafic sur 24 heures

A.1 *Hypothèses* (voir également la figure A-1/E.522)

Les calculs sont effectués dans les conditions suivantes:

1) Différence de temps:

A est à 9 heures à l'ouest de B
C est à 5 heures à l'ouest de A
B est à 10 heures à l'ouest de C

2) Profils de trafic:

Utilisation de profils de trafic sur 24 heures conformément au tableau 1/E.523.

3) Trafic d'heure chargée:

A-B 50 erlangs
A-C 100 erlangs
C-B 70 erlangs

4) Rapport coût-utilité:

$R = 1{,}3$.

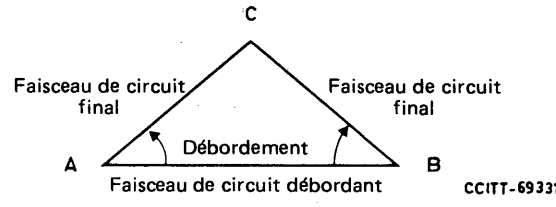


FIGURE A-1/E.522

Réseau triangulaire pour exemples numériques (exemple 1)

A.2 *Résultats numériques*

Les demandes de trafic sur 24 heures sont traitées heure par heure. Le traitement s'opère depuis l'heure ayant la demande totale de trafic la moins importante, jusqu'à l'heure ayant la demande totale de trafic la plus importante. Les résultats des calculs sont donnés dans le tableau A-1/E.522.

TABLEAU A-1/E.522

Résultats numériques

Heure	Demande de trafic heure par heure			Nombre de circuits obtenu par dimensionnement pour une heure (sans tenir compte des limites imposées par l'itération précédente)			Nombre de circuits obtenu, compte tenu des limites imposées par l'itération précédente			Nombre de circuits nécessaires pour satisfaire les demandes de trafic multiples heure par heure		
	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B
6	17,50	5,00	3,50	17	19	17	17	19	17	17	19	17
7	20,00	5,00	3,50	19	20	18	19	20	18	19	20	18
5	2,50	5,00	28,00	1	14	41	19	11	39	19	20	39
4	2,50	5,00	35,00	1	14	49	19	11	47	19	20	47
8	37,50	5,00	3,50	37	23	22	19	38	37	19	38	47
9	40,00	5,00	3,50	39	24	23	19	41	40	19	41	47
3	2,50	5,00	45,50	1	14	61	19	11	59	19	41	59
18	2,50	50,00	3,50	1	66	12	19	64	9	19	64	59
10	50,00	5,00	3,50	49	26	25	9	61	59	19	64	59
19	2,50	60,00	3,50	1	77	12	19	75	9	19	75	59
20	2,50	60,00	3,50	1	77	12	19	75	9	19	75	59
22	12,50	30,00	24,50	12	45	39	12	45	39	19	75	59
2	2,50	5,00	63,00	1	14	80	19	11	78	19	75	78
17	2,50	70,00	3,50	1	87	12	19	85	9	19	85	78
1	2,50	5,00	70,00	1	14	87	19	11	85	19	85	85
23	20,00	20,00	42,00	19	36	60	19	36	60	19	85	85
11	47,50	25,00	17,50	47	46	38	3	85	77	19	85	85
21	12,50	55,00	24,50	12	73	39	12	73	39	19	85	85
12	42,50	30,00	21,00	42	50	41	3	85	76	19	85	85
16	2,50	90,00	3,50	1	109	12	19	107	9	19	107	85
0	20,00	20,00	66,50	19	36	87	19	36	87	19	107	87
13	30,00	65,00	35,00	29	86	54	5	107	76	19	107	87
15	17,50	100,00	28,00	17	121	44	19	120	43	19	120	87
14	27,50	95,00	38,50	27	117	57	19	124	64	19	124	87

Cet exemple concerne un réseau intercontinental où les heures chargées des trois relations de trafic sont très différentes les unes des autres. L'heure chargée de la relation A-C, à savoir l'heure 15, est une période de faible trafic pour les relations A-B et C-B. L'heure chargée de la relation C-B, à savoir l'heure 1, est une période de faible trafic pour les relations A-B et A-C. D'une manière similaire, l'heure chargée de la relation A-B, à savoir l'heure 10, est une période de faible trafic pour les relations A-C et C-B.

Dans ce cas, la méthode de dimensionnement pour une heure, où les données sur le trafic au cours de l'heure chargée du faisceau de circuits final sont utilisées pour le dimensionnement, ne peut être utilisée car elle aboutit à un sous-dimensionnement considérable.

Si tous les faisceaux de circuits sont dimensionnés en tant que faisceaux finals, les nombres de circuits requis sont respectivement de 64, 117 et 85 pour les faisceaux de circuits A-B, A-C et C-B. Près de 14% du nombre total de circuits sont économisés par l'utilisation de voies d'acheminement détournées.

ANNEXE B

(à la Recommandation E.522)

Exemple de méthode de dimensionnement de réseaux d'acheminement détourné au moindre coût

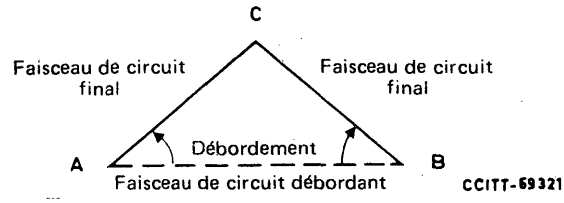


FIGURE B-1/E.522

Réseau triangulaire pour exemples numériques (exemple 2)

B.1 *Hypothèses* (voir également la figure B-1/E.522)

Les calculs sont effectués dans les conditions suivantes:

1) Différence de temps:

A est à 3 heures à l'ouest de B
A est à 3 heures à l'ouest de C
Il n'y a pas de différence de temps entre B et C

2) Profils de trafic:

Utilisation des profils de trafic sur 24 heures conformément au tableau 1/E.523.

3) Trafic d'heure chargée:

A-B 16 erlangs
A-C 33 erlangs
C-B 33 erlangs

4) Coût mensuel par circuit pour chaque Administration:

A-B 1000 unités
A-C 1000 unités
C-B 800 unités

5) Charge de transit par minute d'occupation à chaque Administration terminale:

½ unité.

6) Facteur de conversion:

i) Minutes d'occupation/erlangs: 60

ii) Débordement journalier/débordement heure chargée
Ce facteur de conversion (F) est calculé selon la directive donnée au § 2.4.

iii) Débordement mensuel/débordement journalier: 26
où l'on suppose le trafic privé moyen conforme à la Recommandation E.502.

7) Qualité d'écoulement du trafic sur les faisceaux de circuits finals: 0,01.

B.2 *Résultats numériques*

Les résultats numériques sont présentés dans le tableau B-1/E.522. Le nombre de circuits C-B n'augmente pas car les profils temporels pour 24 heures s'harmonisent. Le nombre de circuits débordants A-B du réseau à la moindre dépense est plus grand que celui du réseau au moindre coût. L'effet de la prise en considération des charges de transit dans le dimensionnement va toujours dans le sens d'un débordement moindre.

TABLEAU B-1/E.522

Résultats numériques

Résultats du réseau				Résultats économiques (× 1000 unités/mois)								
Probabilité de débordement d'heure chargée	Nombre de circuits			Coûts de circuits			Charges de transit			Coût total		
	A-B	A-C	C-B	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0,0000	25	45	45	70	61	81	–	–	–	70,0	61,0	81,0
0,0090	25	45	45	70	61	81	0,3	0,3	(0,7)	70,3	61,3	80,3
0,0151	24	45	45	69	60	81	0,6	0,6	(1,3)	69,6	60,6	79,7
0,0221	23	45	45	68	59	81	0,9	0,9	(1,9)	68,9	59,9	79,1
0,0331	22	46	45	68	58	82	1,4	1,4	(2,9)	69,4	59,4	79,1
0,0471	21	46	45	67	57	82	2,1	2,1	(4,2)	69,1	59,1	77,8
0,0641	20	46	45	66	56	82	3,0	3,0	(6,0)	69,0	59,0	76,0
										Dépense minimale pour A et B		
0,0861	19	47	45	66	55	83	4,2	4,2	(8,4)	70,2	59,2	74,5
0,1121	18	47	45	65	54	83	5,7	5,7	(11,5)	70,7	59,7	71,5
										Réseau au moindre coût		
0,142	17	48	45	65	53	84	7,6	7,6	(15,1)	72,6	60,6	68,9
0,175	16	49	45	65	52	85	9,7	9,7	(19,4)	74,7	61,7	65,6

Références

[1] WILKINSON (R. I.): Theories for toll traffic engineering in the USA, *Bell Syst. Tech. J.*, 1956, n° 35, pp. 421 à 514.

[2] WILKINSON (R. I.): Simplified engineering of single stage alternate routing systems, *Fourth International Teletraffic Congress*, Londres, 1964.

[3] RAPP (Y.): Planning of junction network in a multi-exchange area. 1. General Principles, *Ericsson Tech*; 1964, n° 20, 1, pp. 77 à 130.

[4] LEVINE (S. W.) et WERNANDER (M. A.): Modular engineering of trunk groups for traffic requirements, *Fifth International Teletraffic Congress*, New York, 1967.

[5] PRATT (C. W.): The concept of marginal overflow in alternate routing, *Fifth International Teletraffic Congress*, New York, 1967.

[6] EISENBERG (M.): Engineering traffic networks for more than one busy hour, *Bell Syst. Tech. J.*, 1977, vol. 56, pp. 1 à 20.

[7] AKIMARU (H.) et autres: Derivatives of Wilkinson formula and their application to optimum design of alternative routing systems, *Ninth International Teletraffic Congress*, Torremolinos, 1979.

[8] HORN (R. W.): A simple approach to dimensioning a telecommunication network for many hours of traffic demand, *International Conference on Communications*, Denver, 1981.

[9] BESHAI (M. E.): Traffic data reduction for multiple-hour network dimensioning, *Second International Network Planning Symposium*, Brighton, 1983.

[10] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization, *Tenth International Teletraffic Congress*, Montréal, 1983.

SCHÉMAS TYPES DE DISTRIBUTION DU TRAFIC DANS LE CAS DE COURANTS DE TRAFIC INTERNATIONAUX

Le caractère mondial du réseau téléphonique international, qui s'étend sur tous les fuseaux horaires, a conduit à étudier les courants de trafic entre pays relevant de fuseaux horaires différents. Ces études ont abouti à l'établissement de schémas types de distribution du trafic sur 24 heures qui, théoriquement fondés et vérifiés par des mesures, devraient être utiles aux fins du dimensionnement du réseau. De fait, ces notions peuvent être appliquées à diverses situations:

i) service par satellite à accès variable, dans lequel un grand nombre de courants de trafic à schémas de distribution éventuellement différents partagent le faisceau commun de circuits par satellite;

ii) combinaison de courants de trafic sur des faisceaux de circuits terrestres pouvant servir soit de voies d'acheminement débordantes, soit de voies de dernier choix;

iii) acheminement détourné entre pays d'origine et de destination pour bénéficier des conditions de charge réduite existant sur la voie de détournement.

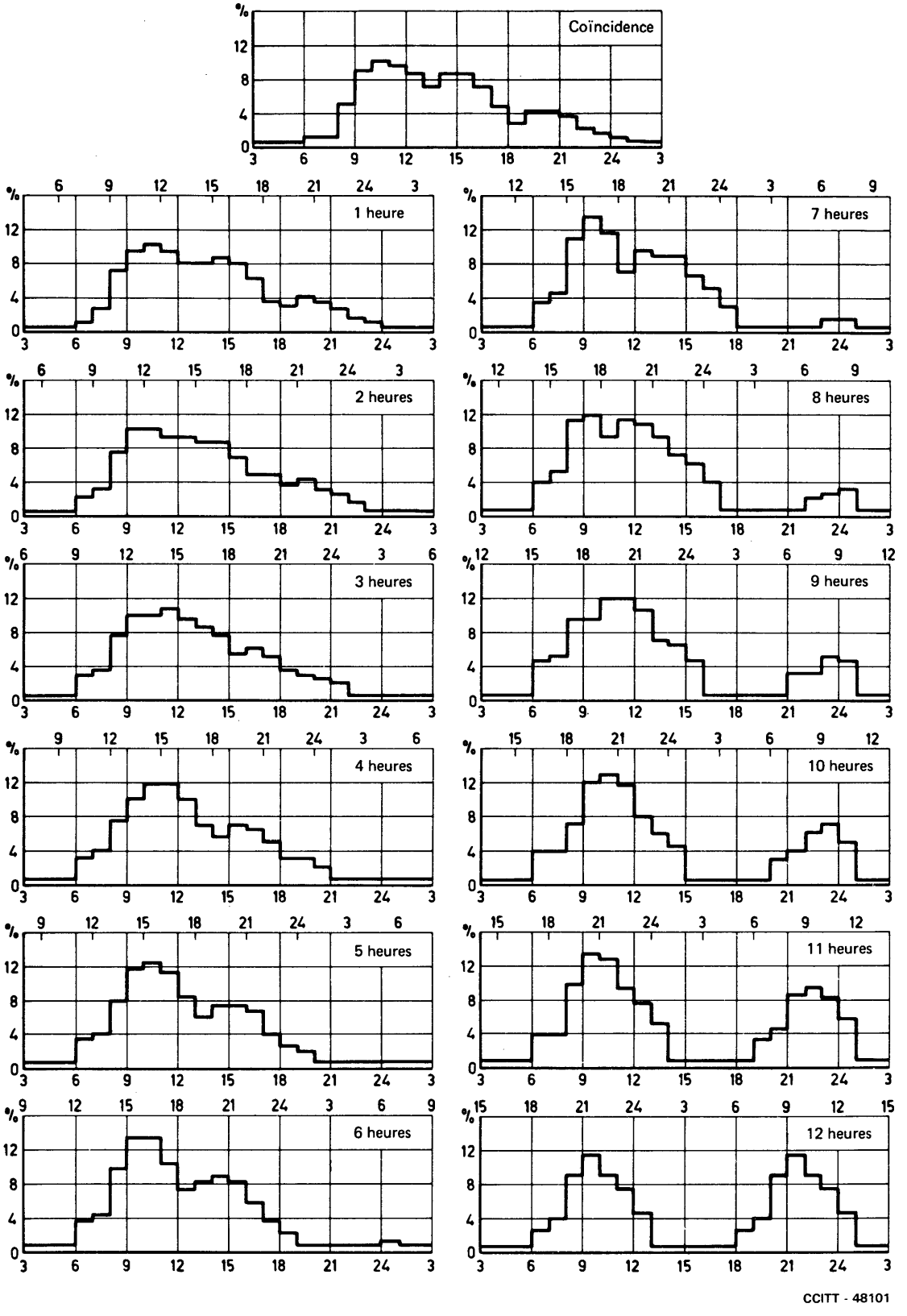
Lorsque l'on veut utiliser l'une quelconque de ces possibilités, il faut dûment tenir compte des règles du plan d'acheminement international (voir la Recommandation E.171 [1]) et des principes de comptabilité acceptés (voir la Recommandation D.150 [2]).

Il faut reconnaître que la base de dimensionnement à préférer est celle constituée par des schémas de distribution fondés sur le trafic réel. Cependant, bien des pays ont constaté que les schémas types proposés par la présente Recommandation sont extrêmement utiles lorsque les courants de trafic sont trop faibles pour que l'on puisse obtenir des mesures fiables ou lorsque l'on ne dispose d'aucune mesure.

En ce qui concerne les schémas de distribution du trafic à double sens, deux méthodes de présentation équivalentes sont indiquées ci-après sous forme de tableaux. La figure 1/E.523 indique les volumes horaires de trafic sous forme de pourcentages du trafic journalier total. Ces pourcentages sont particulièrement utiles pour les études de tarifs. Dans le tableau 1/E.523, les trafics horaires sont exprimés sous la forme de pourcentages du trafic en heure chargée, ce qui est commode pour les calculs de dimensionnement. Les décalages horaires ne sont indiqués qu'en heures pleines. Les schémas de trafic à sens unique sont indiqués dans les tableaux 2/E.523 et 3/E.523.

Bien que des tableaux différents aient été établis pour le trafic à double sens et pour les courants de trafic à sens unique, il faut souligner le fait que, au stade actuel, seuls les schémas de trafic à double sens peuvent être considérés comme confirmés par les mesures. Les schémas de trafic à sens unique sont un fondement théorique et sont confirmés par quelques mesures, mais il convient de les utiliser avec précaution tant qu'ils n'auront pas fait l'objet de vérifications suffisantes.

On trouvera dans l'annexe A le fondement théorique des schémas de distribution du trafic présentés dans la présente Recommandation. Cette théorie repose sur une fonction de commodité $f(t)$ représentant le schéma de distribution du trafic journalier *local* (pour lequel par nature il n'y a pas de différence de fuseau horaire). La fonction $f(t)$ utilisée pour le calcul du schéma de distribution type a été établie par traitement mathématique de mesures des courants de trafic Tokyo-Oakland et Tokyo-Vancouver. Bien que ces résultats aient été confirmés par d'autres mesures, la possibilité demeure que cette fonction de commodité puisse varier d'un pays à l'autre et que, à strictement parler, il faille les calculer pour chaque couple de pays et en déduire le schéma de distribution calculé d'une relation internationale donnée. Il apparaît aussi qu'il convient de donner plus d'importance à la fonction de commodité du pays de destination qu'à celle du pays d'origine. Ces observations, qui suggèrent des perfectionnements possibles de la méthode, n'ont cependant pas été quantifiées dans la présente Recommandation.



Remarque — L'échelle verticale indique le volume du trafic horaire sous forme de pourcentage du trafic journalier total. Les échelles horizontales indiquent les heures locales.

FIGURE 1/E.523

Schémas horaires types de distribution du trafic à double sens

TABLEAU 1/E.523

Schémas horaires types de distribution du trafic à double sens

Heure locale du pays situé le plus à l'ouest

Différence de temps (heures) entre les deux pays	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	BH %
0	5	5	5	5	5	5	10	10	50	90	100	95	85	70	85	85	70	45	25	40	40	35	20	15	10,0
1	5	5	5	5	5	5	10	25	70	95	100	90	80	80	85	80	60	35	30	40	35	25	15	10	10,0
2	5	5	5	5	5	5	20	30	75	100	100	90	90	85	85	65	45	45	35	40	30	25	15	5	10,0
3	5	5	5	5	5	5	25	35	75	100	95	100	95	80	70	50	60	45	35	30	25	15	5	5	10,4
4	5	5	5	5	5	5	25	35	65	85	100	100	85	60	50	60	55	40	25	25	20	5	5	5	11,5
5	5	5	5	5	5	5	25	30	65	95	100	90	70	50	60	60	55	30	20	20	5	5	5	5	12,4
6	10	5	5	5	5	5	25	30	75	100	100	75	55	60	65	60	40	25	15	5	5	5	5	5	13,1
7	10	5	5	5	5	5	25	35	80	100	85	55	70	65	65	50	40	20	5	5	5	5	5	10	13,5
8	25	5	5	5	5	5	35	45	95	100	80	95	90	75	60	50	35	5	5	5	5	5	20	20	11,7
9	40	5	5	5	5	5	35	40	75	80	100	95	85	60	55	35	5	5	5	5	5	25	25	40	12,1
10	40	5	5	5	5	5	35	35	60	95	100	90	65	50	40	5	5	5	5	5	25	30	50	55	12,5
11	40	5	5	5	5	5	30	25	75	100	95	70	55	35	5	5	5	5	5	25	30	65	70	60	12,3
12	40	5	5	5	5	5	20	35	80	100	80	65	40	5	5	5	5	5	20	35	60	100	80	65	11,3

Remarque 1 – Le schéma de distribution du trafic à double sens sur 24 heures entre deux pays quelconques doit être lu de gauche à droite, à partir de la rangée «ligne» appropriée du tableau; tous les décalages horaires peuvent être exprimés dans les limites de 0 à 12 heures. Chaque valeur inscrite dans le tableau est exprimée sous forme de pourcentage du trafic de l'heure chargée.

Remarque 2 – Le pays *situé le plus à l'ouest* d'une relation de trafic donnée est celui à partir duquel on peut atteindre l'autre en se dirigeant vers l'est sans que le décalage horaire dépasse 12 heures.

Remarque 3 – Aux fins des études de planification du réseau, il convient normalement d'utiliser l'heure UTC (temps universel coordonné) en sorte que tous les courants de trafic soient étudiés selon des heures cohérentes. Il est évident que, si le décalage horaire (sans tenir compte de la ligne internationale de changement de date) du pays situé le plus à l'ouest par rapport à l'heure UTC est de W heures, on trouvera l'intensité relative du trafic pendant la période de 00.00 à 01.00 heure UTC, en prenant la valeur située sous l'en-tête W de colonne dans la ligne correspondant à la différence de temps entre les deux pays. Par ailleurs, la première valeur inscrite dans la ligne appropriée indiquera l'intensité relative du trafic pour l'heure UTC (24-W) à (25-W).

Exemple: Pour le trafic entre le Royaume-Uni (UTC + 1 heure) et la région centrale des Etats-Unis d'Amérique (UTC + 18 heures), le décalage horaire est de 7 heures, les Etats-Unis d'Amérique sont considérés comme le pays situé le plus à l'ouest et $W = 18$. Par conséquent, d'après le tableau, le trafic dans la période de 00.00 à 01.00 heure UTC correspond à 5 % du trafic de l'heure chargée, l'heure chargée étant de 15.00 à 16.00 heures UTC.

Remarque 4 – La colonne «BH %» indique le volume du trafic de l'heure chargée, volume exprimé sous forme du pourcentage du trafic journalier total.

TABLEAU 2/E.523

Distribution diurne de trafic téléphonique international à destination de l'est

Heure locale du pays situé le plus à l'ouest

Différence de temps (heures) entre les deux pays	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	10	5	5	5	5	5	10	10	50	90	100	95	85	70	85	85	70	45	25	40	40	35	20	15
1	5	5	5	5	5	5	10	30	80	95	100	90	80	80	85	80	60	35	30	40	35	25	15	10
2	5	5	5	5	5	5	25	40	85	100	100	90	90	85	85	60	40	45	35	40	25	20	15	5
3	5	5	5	5	5	5	40	50	90	100	95	100	95	80	65	40	55	45	35	25	20	10	5	5
4	5	5	5	5	5	5	35	50	70	85	100	100	85	60	40	50	50	40	25	20	15	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	30	40	70	95	100	90	65	45	50	50	50	25	20	15	5	5	5	5
6	10	5	5	5	5	5	40	45	85	100	100	65	45	55	55	50	30	20	15	5	5	5	5	5
7	10	5	5	5	5	5	40	50	90	100	75	40	60	55	55	40	30	10	5	5	5	5	5	10
8	25	5	5	5	5	5	55	65	100	100	70	90	85	70	45	35	25	5	5	5	5	5	20	20
9	50	5	5	5	5	5	40	45	70	75	100	100	85	55	50	35	5	5	5	5	5	25	35	60
10	65	5	5	5	5	5	45	45	60	95	100	90	60	45	35	5	5	5	5	5	25	30	75	100
11	65	5	5	5	5	5	40	40	75	90	80	55	40	25	5	5	5	5	5	20	25	80	100	95
12	55	5	5	5	5	5	20	40	65	70	50	40	20	5	5	5	5	5	20	25	70	100	90	80

Remarque – Ce tableau est établi sur la base de $p = 1{,}4$ et $q = 0{,}6$, c'est-à-dire que l'on accorde plus d'importance à la commodité pour le demandé (voir l'annexe A).

TABLEAU 3/E.523

Distribution diurne du trafic téléphonique international à destination de l'ouest

Heure locale du pays situé le plus à l'ouest

Différence de temps (heures) entre les deux pays	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	10	5	5	5	5	5	10	10	50	90	100	95	85	70	85	85	70	45	25	40	40	35	20	15
1	5	5	5	5	5	5	10	20	60	95	100	90	80	80	85	80	60	35	30	40	35	25	15	10
2	5	5	5	5	5	5	15	20	65	100	100	90	90	85	85	70	50	45	35	40	35	30	15	5
3	5	5	5	5	5	5	10	20	60	100	95	100	95	80	75	60	65	45	35	35	30	15	5	5
4	5	5	5	5	5	5	15	20	60	85	100	100	85	60	60	70	60	40	25	30	25	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	20	20	60	95	100	90	75	55	70	70	60	35	20	25	5	5	5	5
6	10	5	5	5	5	5	10	15	65	100	100	85	65	65	75	70	50	30	15	5	5	5	5	5
7	10	5	5	5	5	5	10	20	70	100	95	70	80	75	75	60	50	30	5	5	5	5	5	10
8	20	5	5	5	5	5	15	25	90	100	90	95	95	80	75	65	45	5	5	5	5	5	20	20
9	25	5	5	5	5	5	30	35	80	85	100	95	85	65	60	35	5	5	5	5	5	20	20	25
10	10	5	5	5	5	5	25	25	60	95	100	90	70	55	45	5	5	5	5	5	25	30	25	10
11	15	5	5	5	5	5	10	10	65	95	100	80	65	45	5	5	5	5	5	25	35	40	35	25
12	20	5	5	5	5	5	20	25	70	100	90	80	55	5	5	5	5	5	20	40	65	70	50	40

Remarque – Ce tableau est établi sur la base de $p = 1{,}4$ et $q = 0{,}6$, c'est-à-dire que l'on accorde plus d'importance à la commodité pour le demandé (voir l'annexe A).

ANNEXE A

(à la Recommandation E.523)

Expression mathématique de l'influence du décalage horaire sur l'intensité du trafic

Un appel téléphonique est demandé lorsqu'une personne désire parler avec une autre, mais les deux interlocuteurs doivent être en ligne pour que la communication puisse être établie. On estime qu'un appel téléphonique est fait à une heure qui tend à être commode aussi bien pour le demandeur que pour le demandé. Le *degré de commodité* pour une communication téléphonique est considéré comme étant une fonction périodique du temps t ayant une périodicité de 24 heures. Si le décalage horaire entre les interlocuteurs est nul, le degré de commodité est représenté par $f(t)$, t étant l'heure légale locale. La courbe de la fonction de base $f(t)$ est déterminée par le schéma journalier des activités humaines et ressemble à la distribution horaire du trafic dans le réseau téléphonique national (ou local) ou du moins coïncide relativement bien avec elle.

On admet que la distribution horaire du trafic $F_\tau(t)$, en cas de décalage horaire de τ heures entre les emplacements respectifs du demandeur et du demandé, est exprimée sous la forme de la moyenne géométrique des fonctions de commodité de deux emplacements ayant un décalage horaire de τ heures:

$$F_{\tau,}\,(t) = \mathrm{k}\left\{f(t)\cdot f(t+\tau)\right\}^{1/2}$$

formule dans laquelle:

$$\mathrm{k} = 1/\int_{24\text{ heures}}\left\{f(t)\cdot f(t+\tau)\right\}^{1/2}dt \qquad \text{(A-1)}$$

Le signe de τ est positif si l'heure du lieu de destination est en avance sur l'heure de référence et négatif dans le cas contraire.

La distribution de l'équation (A-1) représente la somme des trafics de départ et d'arrivée. On peut aussi obtenir les expressions correspondant aux distributions du trafic directionnel horaire en développant comme suit la notion de fonction de commodité.

On commence par définir les fonctions de commodité respectives du demandeur $f_0(t)$ et du demandé $f_i(t)$. Les distributions directionnelles des communications à destination de l'est et des communications à destination de l'ouest sont exprimées de la façon suivante dans le cas d'un décalage horaire τ:

$$F_{\tau,\,\mathrm{Est}}\,(t) = \mathrm{k}\left\{f_0\,(t)\cdot f_i\,(t+\tau)\right\}^{1/2}$$

$$\mathrm{k} = 1/\int_{24\text{ heures}}\left\{f_0\,(t)\cdot f_i\,(t+\tau)\right\}^{1/2}dt \qquad \text{(A-2)}$$

$$F_{\tau,\,\mathrm{Ouest}}\,(t) = \mathrm{k}\left\{f_i\,(t)\cdot f_0\,(t+\tau)\right\}^{1/2}$$

$$\mathrm{k} = 1/\int_{24\text{ heures}}\left\{f_i\,(t)\cdot f_0\,(t+\tau)\right\}^{1/2}dt \qquad \text{(A-3)}$$

t étant l'heure légale locale du poste le plus à l'ouest et τ étant positif.

Il est normal que le demandeur fasse son appel en tenant compte de la commodité pour le demandé, en sorte que la fonction de commodité du demandé f_i joue un rôle plus important que la commodité du demandeur f_0 dans la distribution directionnelle F. Ces fonctions f_i et f_0 peuvent s'écrire comme suit:

$$f_i(t) = k_1 \left\{ f(t) \right\}^p, \qquad f_0(t) = k_2 \left\{ f(t) \right\}^q, \tag{A-4}$$

expressions dans lesquelles on a:

$$p > q \quad \text{et} \quad p + q = 2$$

k_1 et k_2 étant des coefficients de normalisation visant à assurer que:

$$\int_{24 \text{ heures}} f_i(t)\, dt = 1, \qquad \int_{24 \text{ heures}} f_0(t)\, dt = 1.$$

En ce qui concerne les valeurs de p et de q dans l'équation (A-4), on a constaté empiriquement que la *commodité pour le demandé p* est considérablement plus forte que la *commodité pour le demandeur q*, des valeurs appropriées étant approximativement $p = 1{,}4$ et $q = 0{,}6$.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Plan d'acheminement téléphonique international*, Rec. E.171.

[2] Recommandation du CCITT *Nouveau régime d'établissement des comptes téléphoniques internationaux*, Rec. D.150.

Bibliographie

CASEY (J. Jr.), SHIMASAKI (N.): Optimal Dimensioning of a Satellite Network Using Alternate Routing Concepts, *VIe Congrès international de télétrafic*, Munich, 1970.

RAPP (Y.): Planning of a Junction Network with Non-coincident Busy Hours, *Ericsson Technics*, n° 1, 1971.

CABALLERO (P. A.), DÍAZ (F.): Optimisation of Networks of Hierarchical Structure with Non-coincident Busy Hours, *VIIe Congrès international de télétrafic*, Stockholm, 1973.

OHTA (T.): Network Efficiency and Network Planning Considering Telecommunication Traffic Influenced by Time Difference, *VIIe Congrès international de télétrafic*, Stockholm, 1973.

APPROXIMATIONS DU TRAFIC DE DÉBORDEMENT POUR DES COURANTS DE TRAFIC NON ALÉATOIRES

1 Introduction

La présente Recommandation décrit des méthodes d'approximation pour calculer les probabilités d'encombrement pour les courants de trafic d'un faisceau de circuits. Elle s'inspire des contributions soumises pendant la période d'études 1984-1988 et sera sans doute modifiée et complétée ultérieurement (par les dernières améliorations apportées aux méthodes).

Les méthodes considérées sont un complément nécessaire à celles déjà présentées dans la Recommandation E.521 lorsque interviennent des notions comme l'ingénierie des faisceaux de faisceaux avec égalisation du service, la protection du service et la qualité d'écoulement du trafic de bout en bout. La Recommandation E.521 est en effet en pareils cas insuffisante, du fait qu'elle ne couvre que la qualité d'écoulement du trafic pour un seul courant de trafic non aléatoire d'un faisceau de circuits.

Les méthodes de conception applicables aux domaines susmentionnés seront étudiées ultérieurement et s'appuieront sur la présente Recommandation quand elles compléteront ou remplaceront la Recommandation E.521.

Les méthodes proposées dans la présente Recommandation sont évaluées en fonction des critères suivants: précision, temps de traitement, capacité de mémoire et programmation nécessaire. D'autres critères peuvent s'appliquer et être ajoutés ultérieurement.

Les méthodes proposées sont décrites sommairement au § 2. Le § 3 donne des exemples d'arrangements de faisceaux de circuits pour lesquels on a calculé très exactement les probabilités d'encombrement (solution exacte des équations d'état) qui permettent de comparer les résultats des méthodes. Le tableau 2/E.524 au § 4 récapitule pour chaque méthode les critères importants. On trouvera à la fin de cette Recommandation les références mathématiques précises de chaque méthode.

2 Méthodes proposées

Les méthodes suivantes sont envisagées:

a) la méthode du processus interrompu de Poisson (PIP)

b) la méthode de la capacité équivalente (CE)

c) la méthode d'approximation de Wilkinson et Wallström (AWW).

2.1 *Méthode du processus interrompu de Poisson (PIP)*

La méthode PIP est un processus de Poisson interrompu par un commutateur aléatoire. La durée de fermeture/ouverture du commutateur aléatoire a une distribution exponentielle négative. Le trafic qui déborde d'un faisceau de circuits peut faire l'objet d'une approximation précise grâce à un processus interrompu de Poisson étant donné que celui-ci peut représenter les caractéristiques globales du trafic de débordement. Il est caractérisé par trois paramètres, à savoir l'intensité du trafic pendant la fermeture du commutateur et les durées moyennes des périodes de fermeture/ouverture du commutateur. Pour obtenir une approximation du trafic de débordement au moyen d'un processus interrompu de Poisson, on détermine ces trois paramètres de manière que certains instants du trafic de débordement coïncident avec ceux du processus interrompu de Poisson.

Les deux types suivants de méthodes par instants appariés sont examinés dans la présente Recommandation:

- la méthode d'appariement à trois instants [1] où les paramètres du processus interrompu de Poisson sont fixés de telle sorte que les trois premiers instants de ce processus coïncident avec ceux du trafic de débordement;
- la méthode d'appariement par rapport de 4 instants [2] où les paramètres du processus interrompu de Poisson sont fixés de telle sorte que le premier instant et les rapports des deux et troisième et sept et huitième instants binomiaux du processus interrompu de Poisson coïncident avec ceux du trafic de débordement.

Pour analyser un faisceau de circuits où sont acheminés simultanément plusieurs courants de Poisson et plusieurs courants de trafic de débordement, chaque courant de trafic de débordement fait l'objet d'une approximation par un processus interrompu de Poisson (PIP). Cette méthode convient parfaitement pour les calculs informatiques. Les équations de transition d'état d'un faisceau de circuits avec des données du PIP peuvent être résolues directement sans qu'il soit nécessaire d'introduire des modèles équivalents. On peut obtenir les caractéristiques du trafic de débordement en résolvant les équations de transition d'état. La méthode du processus interrompu de Poisson se caractérise essentiellement par le fait que l'on peut calculer les moyennes et les variances pour chaque courant de trafic de débordement.

2.2 *Méthode de la capacité équivalente (CE)*

La méthode de la capacité équivalente (méthode CE) [3] ne fait pas appel aux moments du trafic mais au comportement transitoire du trafic primaire en introduisant une certaine fonction $\rho(n)$ de la capacité équivalente (n) du trafic de débordement partiel tel qu'il est défini par le processus de récurrence:

$$\begin{cases} \rho(o) = Em(\alpha) & \text{[formule des appels perdus d'Erlang]} \\ \dfrac{n}{\rho(n)} = (m + n - a) + \alpha \cdot \rho(n-1) \end{cases} \tag{2-1}$$

si n est un nombre entier positif; dans le cas contraire n est calculé de façon approximative par interpolation linéaire.

Dans la pratique, si l'on ne tient compte que des principaux états d'encombrement du trafic de débordement, une approximation se traduit par les formules suivantes:

$$\frac{n_i}{n} = \frac{a_i \rho_i(n_i)/D_i(n_i + 1)}{\sum_{k=1}^{x} a_k \rho_k(n_k)/D_k(n_k + 1)} \tag{2-2}$$

avec:

$$D_i(n) = 1 + a_i \left[\rho_i(n) - \rho_i(n-1)\right] \tag{2-3}$$

pour définir la capacité équivalente (n_i) du trafic de débordement partiel i, en fonction de la dépendance mutuelle entre les courants partiels de trafic de débordement.

La valeur moyenne du deuxième courant partiel de débordement est:

$$O_i = a_i \pi \rho_i(n_i) \tag{2-4}$$

où π représente la congestion temporelle du faisceau de débordement.

La compensation partielle de la qualité d'écoulement du trafic est réalisée si:

$$\rho_i(n_i) = C \tag{2-5}$$

C étant une constante à déterminer.

2.3 *Méthode d'approximation de Wilkinson et Wallström (AWW)*

La méthode d'approximation de Wilkinson et Wallström (AWW) fait appel à un modèle d'approximation du trafic aléatoire équivalent qui constitue une amélioration de l'approximation de Rapp. Le trafic de débordement total est divisé en différentes parties au moyen d'une expression simple [voir les formules (2-7) et (2-9)]. Pour calculer le trafic de débordement total, on peut utiliser n'importe quelle méthode. Une approximation fondée sur la formule d'Erlang, où la vitesse est indépendante de la taille du faisceau de circuits considéré, est indiquée en [4].

Les notations suivantes sont utilisées:

M moyenne du trafic total offert;

V variance du trafic total offert;

Z V/M;

B blocage moyen du faisceau considéré;

m_i, v_i, z_i, b_i quantités correspondantes pour un courant de trafic particulier;

$\sim$ symbole utilisé pour les quantités de débordement.

2.3.1 *Blocage du trafic de débordement*

Pour les calculs relatifs au trafic de débordement, on utilise un modèle d'approximation du trafic aléatoire équivalent. Des calculs numériques ont permis d'améliorer considérablement l'approximation classique de Rapp en ce qui concerne le trafic fictif. L'erreur introduite par l'approximation est réduite par rapport à l'erreur liée à l'utilisation du modèle de trafic aléatoire équivalent. On sait que ce modèle sous-estime les blocages réduits en cas de mélange de trafics n'ayant pas le même facteur d'irrégularité [2]. La formule indiquée dans [4] est la suivante pour $Z > 1$ (malgré une erreur d'impression):

$$A^* \approx V + Z(Z - 1)\,(2 + \gamma^{\beta})$$

où

$$\gamma = (2{,}36Z - 2{,}17) \log \{1 + (Z - 1)/[M(Z + 1{,}5)]\}$$

et

$$\beta = Z/(1{,}5M + 2Z - 1{,}3) \tag{2-6}$$

2.3.2 *Utilisation de la formule de Wallström pour un blocage particulier*

L'élaboration d'une formule simple et précise pour déterminer le blocage de trafic particulier $\tilde{m}_i$ a suscité beaucoup d'intérêt. En 1967, Katz [5] proposait une formule de type:

$$\tilde{m}_i = m_i B(1 - w + wz_i/Z) \tag{2-7}$$

w étant une expression appropriée. Wallström a proposé une formule très simple permettant néanmoins d'obtenir des résultats raisonnables [2], [6]:

$$w = 1 - B \tag{2-8}$$

Toutefois, le problème concret que pose cette formule est qu'un sous-courant de faible facteur d'irrégularité pourrait faire l'objet d'un blocage $b_i > 1$. Pour éviter de tels inconvénients, on procède en l'occurrence à une modification. Supposons que $z_{\max}$ est la valeur la plus élevée de la quantité individuelle z_i. Dans ces conditions, la valeur employée est:

$$w = \begin{cases} 1 - B & \text{si } z_{\max} < Z(1+B)/B \\ Z(1-B)/(B(z_{\max} - Z)) & \text{sinon} \end{cases} \tag{2-9}$$

2.3.3 *Traitement des variances de débordement*

Pour un grand réseau, il serait très difficile de tenir compte de toutes les covariances. Le cas normal est celui où le trafic de débordement d'un faisceau de circuits est perdu ou offert à un faisceau secondaire sans subdivision. En conséquence, il est pratique d'inclure les covariances dans les paramètres $\tilde{v}_i$ de débordement particulier afin qu'elles correspondent à la variance totale en s'ajoutant. Les quantités v_i sont obtenues à partir de la variance du débordement total $\tilde{V}$ au moyen d'une formule simple de subdivision, à savoir:

$$\tilde{v}_i = \tilde{V} v_i / V \tag{2-10}$$

On peut démontrer que la formule de subdivision de Wallström (2-8) et la formule (2-10) combinées avec le modèle de trafic aléatoire équivalent offrent un certain niveau de cohérence. Il est possible d'obtenir les mêmes résultats pour le blocage de trafic particulier en faisant les calculs pour un faisceau de circuits de $N_1 + N_2$ circuits au lieu de faire d'abord les calculs pour les circuits N_1, puis d'offrir le trafic de débordement aux circuits N_2.

Etant donné que les différentes variances sont traitées de cette manière, on ne peut pas comparer les résultats avec ceux du tableau 2/E.524.

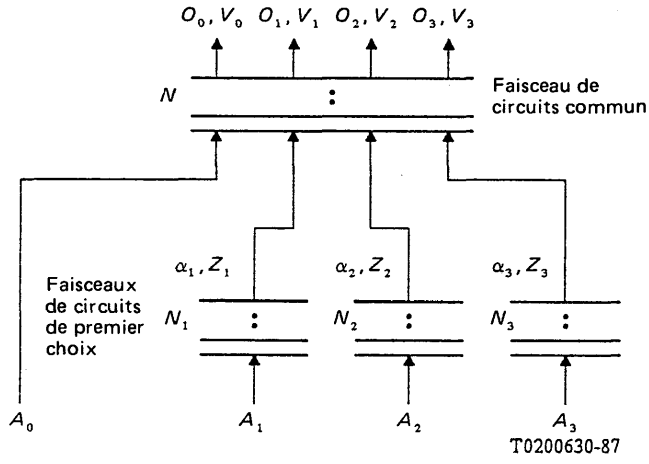
3 Exemples et critères de comparaison

Pour tester les méthodes définies, on calcule les exemples indiqués dans le tableau 1/E.524.

Le modèle de calcul est donné à la figure 1/E.524.

A titre de comparaison, on définit les critères suivants:

- précision de la moyenne et de la variance du trafic de débordement (écart moyen et écart type);
- critères de calcul (temps de traitement, capacité de mémoire, programmation nécessaire).



A_i: Volume de trafic de Poisson offert

N_i: Numéro du faisceau de circuits de premier choix

α_i: Moyenne du trafic de débordement du faisceau de circuits de premier choix

Z_i: Facteur d'irrégularité du trafic qui déborde du faisceau de circuits de premier choix

N: Numéro du faisceau de circuits commun

O_i: Moyenne du trafic qui déborde du faisceau de circuits commun

V_i: Variance du trafic de débordement du faisceau de circuits commun

FIGURE 1/E.524

Modèle de calcul

TABLEAU 1a/E.524

Valeur calculée exacte de la moyenne et de la variance de chaque courant de trafic de débordement – Trois faisceaux de circuits de premier choix

Case	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
1	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	–	11	–	0,4337	0,7490	1,091
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			–	0,7656	2,110	4,441
2	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	–	16	–	0,1149	0,2758	0,4944
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			–	0,2436	0,7328	1,911
3	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	–	25	–	0,01369	0,02846	0,06627
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			–	0,02041	0,06461	0,2205
4	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	–	14	–	0,7459	1,262	1,785
	5	6	7	1,573	1,567	1,559			–	1,193	2,292	3,624
5	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	–	19	–	0,2884	0,4857	0,6832
	5	6	7	1,573	1,567	1,559			–	0,4636	0,9089	1,460
6	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	–	26	–	0,03570	0,05915	0,08237
	5	6	7	1,573	1,567	1,559			–	0,05358	0,1026	0,1621
7	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	–	16	–	0,4516	1,176	2,344
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			–	0,7434	3,466	10,39

TABLEAU 1a/E.524 *(suite)*

Case	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
8	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	–	23	–	0,1538	0,4294	0,9739
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			–	0,2427	1,200	4,219
9	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	–	35	–	0,01303	0,03984	0,1006
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			–	0,1841	0,09378	0,3690
10	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	–	15	–	1,157	1,456	1,320
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			–	4,442	4,256	2,850
11	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	–	21	–	0,5564	0,5849	0,4749
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			–	2,026	1,675	1,023
12	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	–	32	–	0,06907	0,05265	0,03848
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			–	0,2167	0,1295	0,07165
13	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	13	0,4064	0,5038	0,8274	1,160
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,5578	0,8566	2,243	4,574
14	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	18	0,1460	0,1840	0,3384	0,5729
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,1992	0,3043	0,8779	2,163

TABLEAU 1a/E.524 *(fin)*

Case	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
15	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	28	0,01170	0,01506	0,03086	0,07035
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,01472	0,02218	0,06861	0,2287
16	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	17	0,1253	0,4451	1,156	2,304
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,1392	0,7266	3,366	10,10
17	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	24	0,04250	0,1536	0,4275	0,9674
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,04696	0,2409	1,183	4,148
18	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	35	0,004542	0,01687	0,05106	0,1282
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,004891	0,02398	0,1214	0,4751
19	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	21	1,761	1,251	1,654	1,630
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			3,052	4,517	4,406	3,103
20	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	28	0,6761	0,6501	0,7389	0,6427
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			1,253	2,225	1,956	1,279
21	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	40	0,06219	0,09577	0,07978	0,06069
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			0,1054	0,2884	0,1887	0,1099

TABLEAU 1b/E.524

Valeur calculée exacte de la moyenne et de la variance de chaque courant de trafic de débordement – Deux faisceaux de circuits de premier choix

A_1	N_1	A_2	N_2	N	O_1	V_1	O_2	V_2
8,2	5	30,0	30	10	0,6155	1,1791	1,1393	3,4723
				5	1,8068	3,2634	2,4656	7,4312
				21	0,0188	0,0304	0,0485	0,1240
				14	0,2108	0,3898	0,4624	1,3701
		14,3	7	22	0,0470	0,0771	0,0929	0,1983
				16	0,3743	0,6602	0,7546	1,7626
				12	0,9282	1,6137	1,8320	4,2120
				7	2,0023	3,2718	4,0953	7,8064
		42,0	37	27	0,0230	0,0354	0,0978	0,2984
				19	0,2136	0,3683	0,8356	2,9450
				8	1,4984	2,6161	4,4363	14,6018
				13	0,6940	1,2375	2,4148	8,4923
30,0	30	14,3	7	25	0,0653	0,1613	0,0541	0,1112
				18	0,4664	1,2990	0,4662	1,0879
				12	1,3746	3,9321	1,7390	4,0015
				7	2,4255	6,9941	3,8063	7,6277
8,2	5	67,9	65	30	0,0160	0,0242	0,0979	0,3548
				20	0,1839	0,3141	0,9739	4,1953
				14	0,5385	0,9676	2,4438	10,7208
				8	1,3598	1,4401	4,7035	19,7109
51,5	54	14,3	7	27	0,0735	0,2239	0,0399	0,0802
				19	0,6404	1,2499	0,4699	1,1030
				13	1,4033	5,0795	1,3609	3,2229
				7	2,5873	9,6136	3,6744	7,5139

TABLEAU 1c/E.524

Valeur calculée exacte de la moyenne et de la variance de chaque courant de trafic de débordement – Un faisceau de circuits de premier choix

A_1	N_1	A_0		N	O_1	V_1	O_0	V_0
8,2	5	4,0		16	0,0499	0,0872	0,0331	0,0479
				11	0,4859	0,9154	0,3494	0,5382
				9	1,1692	2,1202	0,9011	1,3274
				5	2,1422	3,5883	1,8018	2,3694
30,0	30			20	0,0601	0,1565	0,0167	0,023
				13	0,5804	1,7427	0,1990	0,3062
				9	1,3997	4,2546	0,5988	0,9338
				5	2,5579	5,6196	1,5661	2,1991
51,5	54			22	0,9751	0,2497	0,0144	0,0197
				15	0,5141	1,8924	0,1209	0,1819
				10	1,8820	5,3004	0,4297	0,6790
				5	2,4294	3,2974	1,1450	1,7255

4 Résumé des résultats

On trouvera au tableau 2/E.524 une récapitulation des méthodes disponibles et des mesures de qualité en fonction des différents critères.

TABLEAU 2/E.524

Comparaison des différentes méthodes d'approximation

Fonctions / Méthode	Entrée	Sortie	Comparaison						
			Erreur du trafic de débordement				Calculs		
			Moyenne		Variance				
	Instants élevés requis	Instants les plus élevés du trafic de débordement	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Temps de traitement	Capacité de mémoire	Programmation nécessaire
Méthode du processus interrompu de Poisson									
a) à 3 instants	3	3	−0,0045	0,0585	−0,0210	0,0922			
b) par rapport de 4 instants	8	∞	0,0008	0,0255	−0,0053	0,0373			
Méthode de la capacité équivalente	1	1	−0,0661	0,1527					
Méthode d'approximation de Wilkinson et Wallström	2	2	−0,0448	0,1647					

Références

[1] MATSUMOTO (J.) et WATANABE (Y.): Analysis of individual traffic characteristics for queueing systems with multiple Poisson and overflow inputs. *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.1, Montréal, 1983.

[2] RENEBY (L.): On individual and overall losses in overflow systems. *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.5, Montréal, 1983.

[3] LE GALL (P.): Overflow traffic combination and cluster engineering. *Proc. 11th ITC*, paper 2.2B-1, Kyoto, 1985.

[4] LINDBERG (P.), NIVERT (K.) et SAGERHOLM, (B.): Economy and service aspects of different designs of alternate routing networks. *Proc. 11th ITC*, Kyoto, 1985.

[5] KATZ (S.): Statistical performance analysis of a switched communications network. *Proc. 5th ITC*, New York, 1967.

[6] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization. *Proc. 10th ITC*, Montréal, 1983.

MÉTHODES DE PROTECTION DU SERVICE

1 Introduction

Les méthodes de protection du service visent à contrôler la qualité d'écoulement de certains courants de trafic en limitant l'accès à des faisceaux de circuits. Il existe pour cela plusieurs méthodes ayant un point commun: le rejet éventuel de certaines tentatives d'appel quand le faisceau de circuits considéré a une faible capacité de réserve. On utilise généralement la protection du service dans les réseaux d'acheminement par voie détournée afin de limiter le trafic de débordement, mais aussi pour privilégier une catégorie de trafic par rapport à une autre.

En cas de défaillance ou de surcharge, il peut s'avérer nécessaire de modifier temporairement les paramètres de protection du service. Ceci est considéré comme relevant de la gestion du réseau qui est décrite dans les Recommandations de la série E.400.

Les applications des méthodes de protection du service sont décrites au § 2, et les méthodes existantes sont étudiées au § 3.

La protection du service fait généralement intervenir des algorithmes de dimensionnement plus complexes. On trouvera des algorithmes de dimensionnement appropriés au § 4.

D'une manière générale, le choix d'une méthode dépend des caractéristiques de sa qualité de fonctionnement et de la facilité de sa mise en œuvre, qui sont étudiées aux § 5 et 6.

2 Applications

2.1 *Acheminement du trafic*

2.1.1 *Méthodes d'acheminement par débordement — Principes généraux*

Ces méthodes de débordement font souvent appel à des voies d'acheminement de premier choix (à utilisation élevée) directes et à des voies d'acheminement détourné indirectes. En cas de surcharge, l'augmentation rapide de la proportion du trafic à acheminement détourné risque de dégrader sérieusement la qualité de fonctionnement du réseau. Il faut appliquer des méthodes de protection du service pour empêcher les communications de déborder d'une voie d'acheminement directe sur une voie d'acheminement détourné lorsque la charge des faisceaux de circuits de la voie d'acheminement détourné est très élevée. Sur la figure 1/E.525, dont la configuration hiérarchique correspond uniquement à un désir de simplification, les communications établies de A vers B empruntent une voie d'acheminement de premier choix directe et une voie d'acheminement détourné passant par D. Au centre de commutation A, il faut utiliser une méthode de protection du service pour le faisceau de circuits AD. Quand l'occupation de ce faisceau dépasse une certaine limite, le trafic de débordement (par exemple, en provenance de AB) est rejeté, et le trafic de premier choix (par exemple, de A vers C) devient prioritaire.

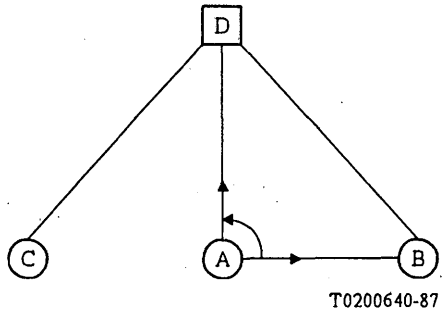


FIGURE 1/E.525

Dans le cas de la figure 1/E.525, le trafic de A vers B peut être acheminé sur deux voies d'acheminement tandis qu'une seule voie d'acheminement est disponible pour le trafic écoulé de A vers C. Dès lors, la qualité d'écoulement du trafic de bout en bout entre A et B sera probablement bien meilleure, à moins que l'accès de ce trafic AD ne soit limité par protection du service. Un tel contrôle de la qualité d'écoulement du trafic permet à la foie de dimensionner de manière optimale (au moindre coût) en fonction des charges de trafic prévues et de se prémunir contre les surcharges importantes.

2.1.2 *Acheminement détourné fixe hiérarchique*

La figure 1/E.525 donne un exemple d'acheminement détourné fixe hiérarchique. Le centre de commutation D est un centre de commutation tandem fonctionnant à un niveau hiérarchique supérieur à celui de A, B et C. Les voies d'acheminement directes exploitées au niveau inférieur (par exemple, AB) débordent sur la voie d'acheminement hiérarchique (ADB). Cette voie d'acheminement est toujours la voie d'acheminement détourné finale. Avec de telles configurations, il est vivement recommandé de prévoir une protection du service pour limiter le débordement du trafic sur les voies d'acheminement de dernier choix.

2.1.3 *Acheminement détourné fixe non hiérarchique*

Cette méthode d'acheminement est fondée sur des séquences fixes de voies d'acheminement détourné (comme dans le cas de l'acheminement détourné hiérarchique) mais elle n'utilise pas un acheminement final hiérarchique pour tout le trafic de débordement. On peut utiliser la figure 2/E.525 pour illustrer certains exemples simples mais courants. Le trafic écoulé de A vers B emprunte une voie d'acheminement de premier choix AB et une voie d'acheminement détourné de dernier choix ACB, tandis que le trafic écoulé de A vers C peut être acheminé par AC en premier choix avant de déborder sur ADC. Le trafic de D vers B emprunte d'abord la voie d'acheminement DAB avant de déborder sur DCB ou inversement, ce qui est couramment appelé débordement mutuel.

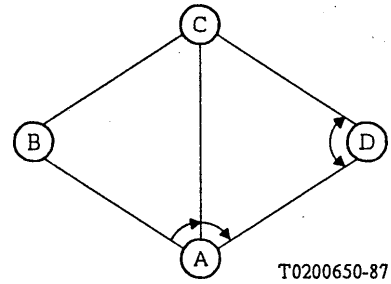


FIGURE 2/E.525

Bien qu'une certaine hiérarchie apparaisse dans les deux plans d'acheminement, la configuration n'est pas hiérarchique du fait qu'il est impossible de trouver un faisceau de circuits hiérarchique final pour l'ensemble du trafic acheminé. L'application des méthodes de protection du service sera peut-être moins simple que dans le cas de l'acheminement hiérarchique, mais les principes généraux décrits au § 2.1.1 restent valables.

2.1.4 *Acheminement dynamique*

Il est possible d'utiliser de nombreuses formes d'acheminement dynamique préplanifié ou adaptatif avec contrôle centralisé ou décentralisé (voir la Recommandation E.170). Une caractéristique commune à la plupart des plans d'acheminement dynamique est la disponibilité d'un grand nombre de possibilités d'acheminement détourné pour une connexion donnée. Avec l'acheminement dynamique, la protection du service est cruciale et répond à plusieurs besoins spécifiques:

- La protection devrait être plus sévère qu'avec d'autres plans d'acheminement en débordement (c'est-à-dire qu'il conviendrait d'utiliser des paramètres de réservation plus importants).
- Si possible, la protection du service devrait concerner tous les faisceaux de circuits d'une voie d'acheminement détourné, ce qui nécessite certains échanges d'informations entre les commutateurs ou avec un processeur central.

– En liaison avec l'acheminement adaptatif, la protection du service peut être utilisée non seulement pour bloquer le trafic de débordement, mais encore pour choisir une voie d'acheminement détourné satisfaisante (en général une voie d'acheminement sur laquelle tous les faisceaux de circuits ont au moins un nombre demandé de circuits libres).

2.2 *Service prioritaire*

D'autre part, la protection du service peut donner la priorité à un type donné de trafic, par exemple, dans un réseau multiservice comme le RNIS.

2.3 *Stabilité*

Pour assurer la stabilité dans des réseaux ayant des plans d'acheminement non hiérarchiques, il convient d'utiliser la protection du service pour restreindre le trafic de débordement si ce dernier déborde sur une voie d'acheminement détourné empruntée également par le trafic de premier choix.

3 Méthodes existantes

3.1 *Faisceau de circuits dédoublé*

La méthode du faisceau de circuits dédoublé est une technique simple qui consiste à scinder un faisceau de circuits en deux parties, le trafic prioritaire pouvant accéder à l'ensemble du faisceau de circuits et le trafic non prioritaire (en général de débordement) ne pouvant accéder qu'à une seule partie du faisceau. Le trafic prioritaire est normalement offert en premier à la partie réservée, ce qui revient à utiliser un faisceau débordant séparé.

3.2 *Mise en réserve des circuits*

Cette méthode est encore appelée système de mise en réserve prioritaire. Le trafic non prioritaire n'est accepté sur le faisceau de circuits considéré que si le nombre momentané de circuits libres de ce faisceau, observé à l'arrivée d'un appel non prioritaire, dépasse une limite inférieure donnée (quels que soient les circuits libres). Le trafic prioritaire est toujours accepté s'il existe des circuits libres.

La mise en réserve des circuits peut également être effectuée sélectivement, par exemple pour limiter les tentatives d'appel aux destinations difficiles à atteindre. Cette méthode est appelée mise en réserve sélective des circuits.

4 Evaluation et dimensionnement

4.1 *Configuration en faisceaux de faisceaux*

En acheminement détourné automatique hiérarchique, on appelle faisceau de faisceaux l'ensemble constitué par un faisceau de circuits final et par des faisceaux débordants à partir desquels le trafic déborde sur le faisceau final. Un tel faisceau doit être conçu comme un ensemble et, pour cela, il faut d'abord appliquer les critères de qualité d'écoulement du trafic à l'ensemble du faisceau de faisceaux en question plutôt qu'à chacun des faisceaux finals. Ensuite, le problème du dimensionnement en fonction d'une charge importante doit être envisagé pour la totalité du faisceau de faisceaux. Afin de répondre de manière optimale aux critères de qualité d'écoulement du trafic sur les faisceaux de faisceaux dans des conditions normales et en cas de charge importante, il faut déterminer les paramètres appropriés des méthodes de protection du service dans le cadre du processus du dimensionnement.

4.2 *Faisceau de circuits dédoublé*

En acheminement détourné automatique hiérarchique, le faisceau de circuits final dédoublé permet d'obtenir un faisceau débordant distinct pour le trafic de premier choix. Le dimensionnement doit alors répondre aux critères de qualité d'écoulement du trafic du faisceau de faisceaux. Parmi les méthodes d'évaluation classiques susceptibles d'être utilisées figure notamment la théorie du trafic aléatoire équivalent de Wilkinson [1]. On peut recourir aux méthodes du processus interrompu de Poisson pour procéder à une évaluation plus précise, [2] et [3], et pour évaluer la qualité de fonctionnement du réseau [4].

Les faisceaux de circuits dédoublés peuvent être utiles pour contrôler la qualité d'écoulement du trafic dans l'acheminement non hiérarchique. La méthode précise de dimensionnement et d'évaluation dépend du cas envisagé et, d'une manière générale, il est plus commode d'utiliser des méthodes d'analyse à moment unique [5] et [6].

4.3 *Mise en réserve des circuits*

En acheminement détourné automatique hiérarchique, il convient d'appliquer au faisceau final un paramètre de mise en réserve des circuits afin de répondre de manière optimale aux critères de qualité d'écoulement du trafic du faisceau de faisceaux pour l'ensemble du trafic qui lui est offert. Dans la plupart des cas, il est indiqué de choisir un paramètre de valeur peu élevée. Pour évaluer les courants de Poisson, il existe une méthode de récurrence qui peut être étendue aux cas de débordement [7] grâce aux techniques du trafic aléatoire équivalent. Les méthodes du processus interrompu de Poisson [3] peuvent être utilisées pour obtenir une évaluation plus précise et pour déterminer la qualité de fonctionnement du réseau [8].

Pour l'acheminement non hiérarchique, les méthodes d'évaluation à moment unique sont une fois de plus recommandées. Il existe des formules de récurrence simples pour un faisceau de circuits dans lequel les circuits sont réservés et pour les courants de trafic de Poisson offerts. En outre, on peut étendre les méthodes à moment unique [7] pour obtenir une meilleure précision en tenant compte d'encombrement en aval et des corrélations de trafic [6] et [8].

5 Caractéristiques de qualité de fonctionnement

5.1 *Efficacité*

Sous réserve des critères de qualité d'écoulement du trafic, on peut mesurer l'efficacité en évaluant la capacité d'écoulement du trafic quand la charge est normale. A cet égard, on peut pratiquement mettre sur le même plan la méthode de mise en réserve des circuits et la méthode des faisceaux de circuits dédoublés pourvu que l'une et l'autre soient correctement dimensionnées.

5.2 *Protection contre les surcharges*

Les deux méthodes de protection du service, mise en réserve des circuits et faisceau de circuits final dédoublé avec faisceau débordant réservé, assurent une bien meilleure protection contre les surcharges pour le trafic final de premier choix en cas de surcharge générale et de surcharge par débordement, que la méthode moins courante du faisceau de circuits final dédoublé avec faisceau de circuits final réservé.

5.3 *Robustesse*

La mise en réserve des circuits offre un avantage important puisqu'elle fournit un solide profil de qualité de fonctionnement par rapport aux variations de la charge de trafic (baisse du trafic de priorité élevé combinée à une hausse du trafic de priorité moins élevé) et aux valeurs des paramètres de mise en réserve. Quelle que soit la taille des faisceaux de circuits, on peut faire face aux variations (imprévues) du trafic.

Avec la mise en réserve des circuits, un même paramètre sera vraisemblablement optimal pour une gamme étendue de configurations en cas de charge normale et en cas de surcharge.

Par contre, la partie réservée d'un faisceau de circuits dédoublé doit être redimensionnée pour différentes configurations et (lorsqu'elle est dimensionnée selon un schéma de charge de trafic normal) elle ne permettra pas d'obtenir des valeurs optimales à la surcharge.

5.4 *Facteur d'irrégularité*

Les variations du facteur d'irrégularité du trafic de débordement ont une influence légèrement plus grande sur les probabilités d'encombrement dans le cas d'un faisceau de circuits dédoublé que dans le cas de la mise en réserve des circuits.

6 Effets de la mise en œuvre

6.1 *Méthodes de dimensionnement*

Il existe des méthodes pour le calcul d'un faisceau de circuits dédoublé ou déterminer un paramètre de réservation des circuits [7], [9], [10].

6.2 *Mesures de trafic*

Pour appliquer les deux types de méthodes proposées pour la protection du service, il faut évaluer le trafic final de premier choix à protéger et le trafic débordant du ou des faisceaux de circuits débordants (c'est-à-dire avec des mesures pour chaque destination).

Avec la méthode du faisceau de circuits dédoublé, le trafic de premier choix peut être facilement évalué, au moyen de mesures pour chaque faisceau de circuits. Avec la méthode de mise en réserve des circuits, il faut faire appel à d'autres méthodes de mesure classiques pour évaluer le trafic de premier choix.

6.3 *Aspects relatifs à l'exploitation*

La mise en réserve des circuits étant une technique commandée par logiciel, il est facile de modifier la protection de tel ou tel courant de trafic en modifiant les paramètres du logiciel. Cela permet d'apporter temporairement des modifications au titre du contrôle de la gestion du réseau. Il convient de prendre certaines précautions dans ce genre de situations pour retrouver les mêmes valeurs des paramètres de conception.

6.4 *Conditions de réalisation*

Les méthodes fondées sur l'utilisation des faisceaux de circuits dédoublés peuvent s'appliquer aux commutateurs électromécaniques et aux commutateurs commandés par processeur.

Etant donné que, dans la pratique, la mise en réserve sélective des circuits doit impérativement être commandée par logiciel à titre de service de débordement conditionnel, elle s'applique uniquement aux commutateurs à commande par programme enregistré.

Quelle que soit la méthode, le commutateur doit pouvoir faire la différence entre le trafic prioritaire et le trafic non prioritaire.

Références

[1] WILKINSON (R. I.): Theories for toll traffic engineering in the USA. *Bell System Technical Journal*, vol. 35, mars 1956.

[2] MATSUMOTO (J.), WATANABE (Y.): Analysis of individual traffic characteristics for queueing systems with multiple Poisson and overflow inputs. *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.1, Montréal, 1983.

[3] KUCZURA (A.): The interrupted Poisson Process as an overflow processor, *Bell System Technical Journal*, vol. 52, n° 3, 1973.

[4] MANSFIELD (D. R.), DOWNS (T.): A moment method for the analysis of telephone traffic networks by decomposition. *Proc. 9th ITC*, paper 2.4.4, Torremolinos, 1979.

[5] MANSFIELD (D. R.), DOWNS (T.): On the one-moment analysis of telephone traffic networks. *IEEE Trans. Comm., 27*, pp. 1169 à 1174, 1979.

[6] LE GALL (F.), BERNUSSOU (J.): An analytical formulation for grade-of-service determination in telephone networks. *IEE Trans. Comm., 31*, pp. 420 à 424, 1983.

[7] COOPER (R. B.): Introduction to queueing theory. *North Holland*, 1977.

[8] SONGHURST (D. J.): Protection against traffic overload in hierarchical networks employing alternative routing. *Proc. Telecommunication Network Planning Symposium*, pp. 214 à 220, Paris, 1980.

[9] LEBOURGES (M.), PASSERON (A.): Contribution to a Network Sizing Procedure using Probability Distributions of Traffic Data, *Networks '86*, Tarpon Springs, 1986.

[10] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization, *Proc. 10th ITC*, Montréal, 1983.

Bibliographie

LEBOURGES (M.), BECQUE (C. R.), SONGHURST (D. J.): Analysis and dimensioning on non-hierarchical telephone networks. *Proc. 11th ITC*, paper 2.28-4, Kyoto, 1985.

SECTION 5

QUALITÉ D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC

Recommandation E.540

QUALITÉ GLOBALE D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC SUR LA PARTIE INTERNATIONALE D'UNE CONNEXION INTERNATIONALE

1 Le Plan d'acheminement international envisage que les relations internationales de trafic peuvent être desservies par l'un ou l'autre des acheminements ci-dessous:

a) circuits directs;

b) exploitation en transit pour toutes les communications avec l'intervention d'un ou plusieurs centres de transit;

c) circuits directs débordants avec débordement par un ou plusieurs centres de transit.

En principe, il devrait y avoir avantage à dimensionner les artères internationales de telle sorte que la même qualité d'écoulement du trafic soit assurée sur toutes les relations, de quelque manière qu'elles soient desservies. Cependant, dans la pratique, des considérations matérielles peuvent rendre souhaitable de s'écarter d'une valeur universelle unique.

2 Selon la Recommandation E.520, les faisceaux de circuits directs sont calculés sur la base d'une probabilité de perte p de 1% pendant l'heure chargée moyenne. Une exception est permise pour les petits faisceaux de très longs circuits internationaux pour lesquels une probabilité de perte p de 3% est acceptée si le nombre de circuits est inférieur ou égal à six. A mesure que le trafic augmente, la qualité d'écoulement du trafic s'améliore progressivement jusqu'à correspondre à une valeur de probabilité de perte égale à $p = 1\%$ pour 20 circuits.

3 Pour les relations de trafic exclusivement desservies en transit, la qualité d'écoulement du trafic se dégrade en fonction du nombre de centres de transit traversés. Sur la base de mesures d'encombrement réalisées dans ces conditions, la qualité globale d'écoulement du trafic pour des communications comptant jusqu'à six sections en tandem est inférieure à celle qui correspondrait à une probabilité de perte *p double* sur l'une quelconque des six sections de la chaîne de circuits. En conséquence, pour une série d'artères dont chacune est calculée pour une valeur de p égale à 1%, la qualité globale d'écoulement du trafic dépasse rarement 2%. Une communication avec circuits en chaîne du type est-ouest aurait l'avantage de présenter des heures chargées différentes sur ces diverses sections. Un tel avantage ne pourrait être observé sur des circuits nord-sud.

Dans le cas de relations desservies par des circuits débordants, le trafic de débordement sera acheminé sur deux sections au minimum, en sorte qu'il subira la même diminution de qualité d'écoulement que le trafic de transit. Cependant, une notable partie de ce trafic sera écoulée sur les circuits débordants et la qualité d'écoulement du trafic sera approximativement celle des relations exclusivement desservies par des circuits directs.

Il est souhaitable de prévoir toujours au moins un circuit débordant entre un CT3 et le CT1 dont il dépend, même si ce circuit peut n'être pas entièrement justifié du seul point de vue économique. Cependant, un tel circuit ne devrait pas être établi s'il n'existe pas ou si l'on n'est pas en mesure de prévoir en cours de l'heure chargée un volume de trafic suffisant. La création de tels circuits améliorerait la transmission ainsi que la qualité d'écoulement du trafic. Ces considérations devraient susciter une augmentation du trafic et des recettes correspondantes des circuits fournis.

La qualité globale d'écoulement du trafic de la partie internationale d'une communication est un des éléments qui contribuent à la qualité globale d'écoulement du trafic entre le demandeur dans un pays et le demandé dans un autre.

QUALITÉ GLOBALE D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC INTERNATIONAL (D'ABONNÉ À ABONNÉ)

1 Introduction

1.1 La qualité globale d'écoulement du trafic des communications internationales (d'abonné à abonné) – en relation exclusivement avec les phénomènes d'encombrement qui résultent de l'écoulement du trafic dans l'ensemble du réseau – dépend de plusieurs facteurs: dispositions prises pour l'acheminement sur les sections nationales et internationales de la connexion, encombrement toléré par étage de commutation, méthodes utilisées pour mesurer l'intensité du trafic et en calculer la valeur de base, décalages entre les heures chargées des diverses sections composant la connexion.

1.2 La meilleure description qu'on puisse donner de cette qualité d'écoulement du trafic consisterait à en donner la distribution. A cet égard, le paramètre le plus intéressant serait la valeur moyenne de la qualité nominale d'écoulement du trafic pendant l'heure chargée relative à l'ensemble de la connexion. Cependant, tant que le volume du trafic ne sera pas mesuré de façon continue et systématique sur toutes les parties du réseau pendant la saison chargée, cette moyenne ne pourra pas être calculée. En l'état actuel des choses, on ne peut donc pas l'utiliser comme critère pour dimensionner les divers éléments constitutifs du réseau.

1.3 La seule façon pratique de déterminer une valeur acceptable de la qualité globale d'écoulement du trafic des communications internationales consiste donc à spécifier une limite supérieure de la probabilité de perte nominale pour chacune des liaisons des réseaux nationaux, comme cela se fait pour les liaisons du réseau international (voir la Recommandation E.540).

2 Considérations générales

2.1 Comme le bon fonctionnement du service automatique international est étroitement subordonné à la qualité d'écoulement du trafic sur toutes les sections composant une communication d'abonné à abonné, il est souhaitable que les réseaux nationaux de départ et d'arrivée de ces communications soient soumis à des normes de qualité d'écoulement du trafic du même ordre que celles appliquées au réseau international.

2.2 A cet égard, c'est la qualité d'écoulement du trafic sur les circuits situés dans le pays de destination qui importe le plus, étant donné la gravité des conséquences qui pourraient résulter, pour le réseau international, d'un encombrement élevé du réseau national d'arrivée. En effet, si le réseau du pays de destination est très encombré, cela occasionne des tentatives d'appel répétées, donc une augmentation de la charge imposée aux organes de commutation communs et un accroissement de l'occupation des voies d'acheminement par des appels qui n'aboutissent pas.

3 Objectifs nominaux

3.1 Il est recommandé que les liaisons du réseau national soient dimensionnées pour une probabilité de perte[1)] au plus égale à 1% par circuit sur la voie d'acheminement de dernier choix, pendant l'heure chargée propre à cette voie d'acheminement. On reconnaît toutefois que, dans certains pays, un pourcentage d'encombrement supplémentaire est admissible pour les étages de commutation internes des centres de transit. On reconnaît également que, lorsque cette qualité d'écoulement du trafic recommandée n'est pas assurée dans le service national, il peut ne pas être rentable de l'assurer sur les relations internationales.

3.2 Le nombre maximal des circuits en tandem composant une communication internationale est défini par la Recommandation E.171 [1].

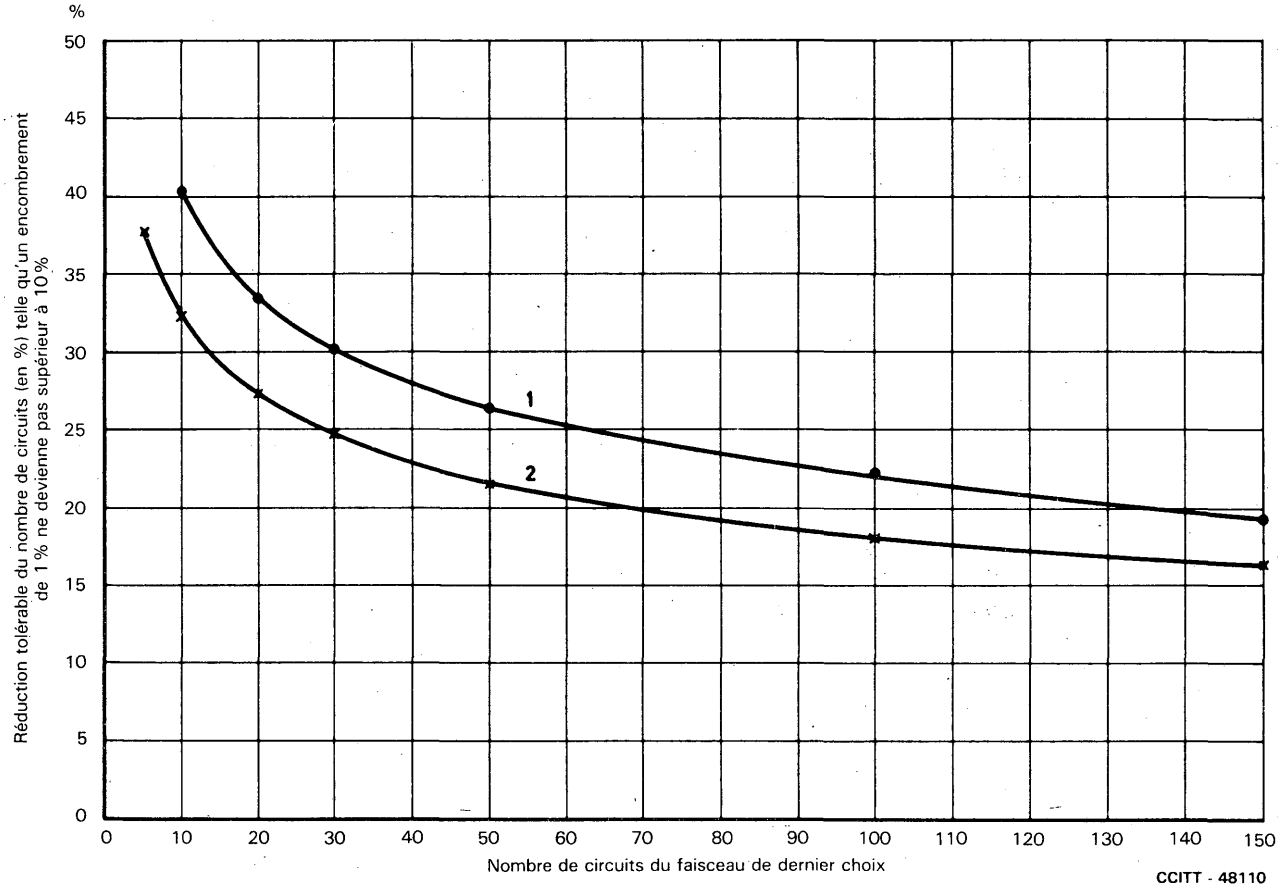
3.3 Théoriquement, la valeur la plus mauvaise de qualité globale d'écoulement du trafic serait approximativement égale à la somme des probabilités de perte des différents circuits en tandem, mais sa valeur est nettement meilleure pour la plupart des communications.

[1)] La probabilité de perte mentionnée ici se rapporte aux valeurs du trafic pendant l'heure chargée, telles que définies dans la Recommandation E.500.

4 Charge maximale de trafic

4.1 Il est difficile de maintenir un service automatique de qualité acceptable sur un faisceau de circuits de dernier choix si la charge de trafic dépasse un niveau correspondant à la valeur 10% de la probabilité de perte selon la formule d'Erlang. Au-delà de cette charge, la qualité du service diminue rapidement. Cette situation peut encore s'accentuer en raison de l'effet cumulatif exercé par la répétition éventuelle des tentatives d'appel.

4.2 Les courbes de la figure 1/E.541 indiquent la réduction, conformément au critère de surcharge défini ci-dessus, du nombre de circuits qui peut être toléré pour une courte période, de 15 minutes par exemple, à l'heure chargée normale sur des faisceaux de circuits à accessibilité totale calculés pour la valeur 1% de la probabilité de perte selon la formule d'Erlang. Le tableau 1/E.541 donne les valeurs numériques qui ont permis de tracer les courbes.



1 : facteur d'irrégularité = 2,5
2 : trafic aléatoire (facteur d'irrégularité = 1,0)

FIGURE 1/E.541

Réduction proportionnelle du nombre de circuits dans un faisceau de dernier choix en cas d'interruption des artères, lorsque la qualité d'écoulement du trafic (en erlangs) ne doit pas dépasser une probabilité de perte de 10 %

TABLEAU 1/E.541

Pourcentage de réduction du nombre des circuits, lorsque la qualité d'écoulement du trafic (en erlangs) ne doit pas dépasser une probabillité de perte de 10 %

Nombre de circuits	La qualité d'écoulement du trafic prévue étant de 1 %, ce tableau indique la réduction (en %) tolérable du nombre des circuits amenant un encombrement de 10 %	
	Trafic aléatoire (facteur d'irrégularité = 1,0)	Facteur d'irrégularité = 2,5
5	37,7	–
10	32,3	40,2
20	27,2	33,3
30	24,8	30,1
50	21,7	26,5
100	18,3	22,4
150	16,7	19,7

4.3 Les courbes de la figure 1/E.541 doivent seulement servir de directives. Si l'interruption d'artères se produit au cours d'une heure exceptionnellement chargée, la réduction tolérable est moindre. En revanche, si elle se produit au cours d'une heure faiblement chargée, on peut tolérer une plus forte réduction du nombre des circuits; il en serait d'ailleurs de même après une annonce verbale appropriée. De façon générale, la connaissance du taux d'occupation des circuits permet d'évaluer la valeur la plus courante de la probabilité de perte calculée selon la formule d'Erlang ainsi que la réduction admissible du nombre de circuits.

Dans des faisceaux importants, la réduction du nombre des circuits ne doit pas dépasser celle considérée comme réduction admissible, sous peine d'engendrer des encombrements très importants dus à des tentatives répétées.

5 Remarques générales

Remarque 1 – L'incidence qu'exerce un dérangement des installations de transmission sur la commutation internationale et sur les procédures d'exploitation du fait des perturbations du trafic est traitée dans le Supplément n° 5 du présent fascicule.

Remarque 2 – Sur les réseaux nationaux et international, un acheminement par voie détournée conduit à une qualité moyenne d'écoulement du trafic meilleure que celle obtenue sur la voie de dernier choix théorique.

Remarque 3 – Quand les pointes de trafic des réseaux nationaux et international ne coïncident pas dans le temps, la qualité globale d'écoulement du trafic devient meilleure que celle résultant de la somme des probabilités de perte nominales des différentes sections en tandem.

Remarque 4 – Les différences d'heure améliorent aussi la qualité d'écoulement du trafic.

Remarque 5 – Il se peut que, d'un pays à un autre, les méthodes de mesure et de calcul des valeurs de base de l'intensité du trafic pour la détermination des capacités nominales des réseaux nationaux diffèrent entre elles et soient différentes aussi des méthodes indiquées pour le réseau international dans la Recommandation E.500. Il s'ensuit que les valeurs d'intensité du trafic relevées sur les réseaux nationaux ne sont pas toujours comparables les unes avec les autres ni avec celles relevées sur le réseau international. Il revient à chaque Administration d'estimer l'écart qui sépare éventuellement la valeur nominale qu'elle a adoptée pour l'intensité du trafic sur son réseau de celle recommandée pour le réseau international.

Remarque 6 – La valeur nominale de la qualité d'écoulement du trafic sur un circuit donné ne correspond à la réalité que dans la mesure où l'intensité du trafic à chaque étage de commutation a la valeur prévue. Or, il en est rarement ainsi dans la pratique. En outre, d'après les règles habituelles de planification, tant que l'on n'a pas atteint le terme de la période de planification, la probabilité de perte caractérisant la qualité d'écoulement du trafic ne doit pas dépasser la valeur spécifiée. S'il s'agit d'un réseau en expansion, la qualité d'écoulement du trafic sur les faisceaux de circuits est donc meilleure que la valeur critique spécifiée, pendant presque toute la durée de ladite période.

En conclusion, on peut dire que la qualité globale d'écoulement du trafic dépend de l'exactitude des prévisions faites et de la méthode de planification appliquée; elle dépend, par exemple, de l'intervalle de temps qui sépare deux extensions successives des installations et de la valeur nominale prévisionnelle de l'intensité du trafic sur la base de laquelle est calculée la qualité de son écoulement.

Référence

[1] Recommandation du CCITT *Plan d'acheminement téléphonique international,* Rec. E.171.

QUALITÉ D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC DANS LES CENTRES DE COMMUTATION NUMÉRIQUES INTERNATIONAUX

1 Introduction

1.1 On trouvera dans les paragraphes ci-après des paramètres et des valeurs de la qualité d'écoulement du trafic à utiliser comme normes de dimensionnement et comme objectifs de réalisation des centres de commutation téléphoniques internationaux. Des procédures sont également recommandées pour le contrôle de la qualité réelle d'écoulement du trafic de ces centres de commutation.

1.2 Les normes de qualité d'écoulement du trafic définies dans la présente Recommandation pour des centres de commutation téléphoniques internationaux sont établies sur la base des niveaux de charge spécifiés dans la Recommandation E.500, en admettant que les centres de commutation fonctionnent normalement.

2 Portée de la Recommandation

2.1 Les normes de qualité d'écoulement du trafic sont spécifiées pour un central considéré comme un tout, c'est-à-dire que ni les paramètres de délai ni ceux de perte ne sont associés uniquement à la zone de commande ou au réseau de connexion, de sorte qu'aucune conception particulière de système ne soit privilégiée.

2.2 Bien que les paramètres de qualité d'écoulement du trafic définis dans la présente Recommandation s'appliquent aux centres de commutation numériques et analogiques, les valeurs numériques recommandées pour ces paramètres concernent surtout des centres numériques. La qualité d'écoulement du trafic risque d'être trop sévère pour des centres de commutation analogiques; aussi est-il recommandé aux Administrations de prévoir des marges appropriées lors de l'application à des centres de commutation analogiques.

Les Administrations peuvent également tenir compte de ces valeurs de qualité d'écoulement du trafic pour dimensionner des centres de transit nationaux de sorte que la qualité d'écoulement du trafic terminal des connexions internationales soit maintenue à un niveau élevé.

3 Paramètres de qualité d'écoulement du trafic

Les normes de qualité d'écoulement du trafic, du point de vue de la perte et du délai, sont définies comme suit:

3.1 *Qualité d'écoulement du trafic du point de vue de la perte*

La **probabilité de perte interne**, pour une tentative d'appel quelconque, est la probabilité qu'une connexion globale ne puisse être établie entre un circuit d'entrée donné et un quelconque circuit de départ libre approprié dans le réseau de commutation.

La qualité d'écoulement du trafic du point de vue de la perte doit s'appliquer à une paire arbitraire de faisceaux de circuits d'arrivée et de départ, la moyenne étant établie sur l'ensemble des circuits d'arrivée du faisceau d'arrivée.

Cette approche tient dûment compte du fait que les Administrations prendront des dispositions, comme la charge favorable des blocs de commutation, afin d'équilibrer l'accès à tous les faisceaux de circuits. Ces dispositions atténueront l'impact du cas le plus défavorable sur la capacité d'écoulement du trafic du commutateur en limitant les réglages nécessaires à certaines parties bien localisées du réseau de commutation.

Ces dispositions doivent avoir pour effet que le système de commutation fonctionne aussi efficacement que possible, compte tenu des contraintes qu'impose cette norme de perte.

3.2 *Qualité d'écoulement du trafic du point de vue du délai (cas de la signalisation voie par voie)*

délai de réponse à l'arrivée: Intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où un signal de prise apparaît du côté «arrivée» du central et le moment où le central récepteur renvoie un signal d'invitation à transmettre au central précédent.

Le délai de réponse à l'arrivée peut influer sur le temps d'occupation des circuits en amont et de l'équipement de commande centralisée du central (des centraux) en amont. Il peut, de plus, être perçu par l'abonné comme un retard dans l'apparition de la tonalité de numérotation, lorsqu'une tonalité spéciale de numérotation est destinée aux communications internationales dans les centres internationaux de départ, ou contribuer au délai d'attente après numérotation imposé à l'abonné dans tous les autres cas. La contribution au délai d'attente après numérotation ne couvre pas nécessairement la totalité du délai de réponse à l'arrivée.

Remarque – Rien n'indique expressément que le délai de réponse à l'arrivée, dans la définition qui en est donnée ci-dessus, englobe le délai de raccordement du récepteur. Cependant, aux fins de la présente Recommandation, on admet que le délai de raccordement du récepteur fait partie du délai de réponse à l'arrivée.

3.3 *Qualité d'écoulement du trafic du point de vue du délai (toute combinaison de signalisation voie par voie et de signalisation par canal sémaphore)*

délai d'établissement de la communication (par le central): Intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où l'information d'adresse nécessaire pour établir une communication est reçue par le central et le moment où le signal de prise ou l'information d'adresse correspondante est envoyé au centre de commutation suivant.

délai de traversée du central (signalisation voie par voie ou par canal sémaphore de bout en bout): Intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où l'information nécessaire pour l'établissement d'une connexion directe dans un centre de commutation est prête à être traitée par le centre de commutation et le moment où s'effectue cette connexion par le réseau de connexion du commutateur entre les circuits entrant et sortant.

délai de traversée du central (signalisation voie par voie, section par section): Intervalle de temps qui s'écoule entre la fin de la numérotation et l'établissement d'un trajet de communication par l'intermédiaire du central entre les circuits entrant et sortant.

4 Normes de qualité d'écoulement du trafic

Les valeurs indiquées dans le tableau 1/E.543 sont recommandées comme normes de qualité d'écoulement dans les centres téléphoniques numériques internationaux. Les niveaux de charge normale et élevée sont les niveaux définis dans la Recommandation E.500.

TABLEAU 1/E.543

	Charge normale	Charge élevée
Délai de réponse à l'arrivée [a) b)]	$P(> 0{,}5\ s) \leqslant 5\%$	$P(> 1\ s) \leqslant 5\%$
Délai d'établissement de la communication par le central [b)]	$P(> 0{,}5\ s) \leqslant 5\%$	$P(> 1\ s) \leqslant 5\%$
Délai de traversée (du central) [b)]	$P(> 0{,}5\ s) \leqslant 5\%$	$P(> 1\ s) \leqslant 5\%$
Probabilité de perte interne [c)]	0,002	0,01

a) Voir la remarque du § 3.2.

b) Il convient que le nombre de tentatives de prise pour les divers dispositifs ou modules de centre pour des niveaux de charge normaux ou élevés soit déterminé conformément à la Recommandation E.500. On utilisera les niveaux de charge des faisceaux de circuits ou des centres de commutation en fonction des dispositifs ou des modules de centre de commutation en cause.

c) Les valeurs du trafic offert au faisceau de circuits et au réseau de commutation du centre – valeurs qui serviront à évaluer la probabilité de perte – doivent correspondre aux intensités de trafic écoulé respectivement définies pour les faisceaux de circuits et les centres de commutation dans la Recommandation E.500.

Lorsque les heures chargées des centres et des faisceaux de circuits diffèrent les unes des autres, il est recommandé d'utiliser des modèles qui puissent tenir compte des différentes valeurs du trafic dans les diverses parties du centre. Par exemple, des modèles servant à dimensionner les équipements auxiliaires pourraient tirer parti de la différence entre les heures chargées des divers faisceaux de circuits qui utilisent le même équipement auxiliaire.

5 Mesures de contrôle de la qualité d'écoulement du trafic dans les centres

Dans le contexte de l'administration du trafic, contrôler la qualité d'écoulement du trafic dans un centre est un moyen de détecter les difficultés potentielles qui peuvent nuire à cette qualité d'écoulement du trafic dans ce centre. En analysant les écarts constatés par rapport à des seuils de qualité d'écoulement du trafic préalablement établis, on peut déceler certaines zones critiques. Une fois repérées ces sources de difficultés, le contrôle de la qualité d'écoulement du trafic permet de passer à des actions telles qu'équilibrage des charges, élimination des défauts, prolongement de circuits, etc. Ces actions ne sont pas prises sur le champ, en sorte que la collecte et l'analyse des données ne sont pas soumises aux contraintes associées aux opérations en temps réel. Les mesures du trafic recommandées ci-après ne font pas la distinction entre les causes d'échec de certaines tentatives d'appel ou de délais excessifs.

Si les valeurs de la qualité d'écoulement du trafic sont constamment plus mauvaises que les normes spécifiées au § 4, il faut en rechercher les causes par analyse de procédures de mesure ad hoc. Compte tenu de ce qui précède, les erreurs dans l'estimation de la qualité d'écoulement du trafic ne sont importantes que pour autant qu'elles risquent de susciter des réactions exagérées ou insuffisantes devant la situation du centre.

Pour chacun des paramètres de qualité d'écoulement du trafic, on a défini un facteur statistique d'estimation. Les mesures doivent être faites par faisceau de circuits et par centre. Il se pourrait également que les mesures des délais faites par type de signalisation, quand plusieurs faisceaux de circuits partagent les mêmes dispositifs auxiliaires, permettent de réaliser des économies. Toutes les mesures décrites ci-après se rapportent à une période de mesure déterminée.

5.1 *Mesures des délais*

5.1.1 *Délai de réponse à l'arrivée*

On peut estimer les performances de la qualité d'écoulement du trafic du centre en fonction de ce paramètre à l'aide du rapport

$$p = \frac{B}{A},$$

où

A est le nombre de tentatives d'appel acceptées pour traitement qui proviennent d'un faisceau donné de circuits d'arrivée;

B est le nombre de tentatives d'appel de l'ensemble *A* pour lesquelles le délai de réponse à l'arrivée a dépassé une valeur prédéterminée *X*.

Remarque – Dans les centres de commutation à commande par programme enregistré, un certain temps peut s'écouler entre le moment où le signal de prise à l'arrivée apparaît sur le circuit d'arrivée et celui où le processeur accepte pour traitement la tentative d'appel. Pour mesurer ce délai, il faudrait des équipements extérieurs aux processeurs chargés de traiter l'appel. La mesure qui précède ne donne qu'une indication du délai de réponse à l'arrivée une fois que l'appel a été accepté pour traitement. Si ce délai était significatif, il faudrait en tenir compte lors du dimensionnement et le soustraire du temps total autorisé pour le délai de réponse à l'arrivée.

5.1.2 *Délai d'établissement de la communication*

On peut mesurer la qualité de fonctionnement du centre en fonction de ce paramètre à l'aide du rapport:

$$q = \frac{D}{C},$$

où

C est le nombre de tentatives d'appel pour lesquelles on a reçu suffisamment d'informations d'adresse du côté arrivée du centre, qui sont adressées à un faisceau de circuits de sortie donné et pour lesquelles le signal de prise ou les informations d'adresse correspondantes sont envoyés au centre suivant;

D est le nombre de tentatives d'appel déjà comptées dans *C*, pour lesquelles le délai d'établissement de la communication dépasse une valeur prédéterminée *T*.

5.1.3 *Délai de traversée (du central)*

On peut mesurer la qualité de fonctionnement du centre en fonction de ce paramètre à l'aide du rapport suivant:

$$r = \frac{F}{E},$$

où

E (signalisation voie par voie et signalisation par canal sémaphore de bout en bout) est le nombre de tentatives d'appel pour lesquelles l'information nécessaire à l'établissement d'une connexion est prête à être traitée dans le centre de commutation pour un faisceau de circuits donné;

E (signalisation voie par voie, section par section) est le nombre de tentatives d'appel dont la numérotation est terminée dans un faisceau de circuits donné;

F est le nombre de tentatives d'appel déjà comptées dans *E*, pour lesquelles le délai de traversée a dépassé une valeur prédéterminée *V*.

Remarque 1 – Les tentatives d'appel perdues, soit du fait du centre proprement dit, soit parce que l'abonné a libéré prématurément la ligne, soit parce que le délai de temporisation a expiré dans un centre de commutation situé en amont, peuvent modifier le résultat des mesures précédentes. Toutefois, l'effet n'aura d'importance que dans des conditions anormales qu'il conviendra d'étudier séparément.

Remarque 2 – Il est recommandé de retenir pour X, T et V des valeurs de 0,5 seconde (charge normale) ou 1 seconde (charge élevée).

Remarque 3 – Une mesure des délais par appel serait trop onéreuse pour le centre. Etant donné que, du point de vue statistique, la précision requise n'est pas très élevée, des procédures d'échantillonnage des appels ou des appels d'essai peuvent suffire en vue du contrôle de la qualité d'écoulement du trafic.

5.2 *Qualité d'écoulement du trafic du point de vue de la perte*

Un élément d'estimation de ce paramètre par faisceau de circuits est

$$s = \frac{H}{G},$$

où

G est le nombre de tentatives d'appel pour lesquelles une connexion entre un point d'entrée et le faisceau de circuits de sortie souhaité compte au moins un circuit libre, et à propos duquel le centre de commutation dispose de renseignements suffisants sur la manière dont il traite les appels;

H est le nombre de tentatives d'appel comptées dans G qui n'ont pas abouti à l'établissement de la connexion requise.

Remarque – Les tentatives d'appel perdues par libération prématurée de la ligne d'abonné ou expiration du délai de temporisation dans un centre situé en amont peuvent modifier les résultats de ces mesures.

Recommandation E.550

QUALITÉ D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC ET NOUVEAUX CRITÈRES DE COMPORTEMENT EN CAS DE DÉRANGEMENT DANS LES CENTRES DE COMMUTATION TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

1 Introduction

1.1 La présente Recommandation se borne aux dérangements survenant dans un seul commutateur et à leurs conséquences sur les communications traitées par ce commutateur (les conséquences sur le réseau ne sont pas développées dans la présente Recommandation).

1.2 La présente Recommandation concerne la qualité d'écoulement du trafic dans le centre de commutation.

1.3 Conformément à la Recommandation E.543, qui concerne les centres de transit dans des conditions normales de fonctionnement, la présente Recommandation s'applique essentiellement aux centres de commutation numériques internationaux. Toutefois, les Administrations peuvent envisager d'appliquer ces Recommandations à leurs réseaux nationaux.

1.4 La qualité d'écoulement du trafic perçue par l'abonné (blocage et/ou retard dans l'établissement des communications) n'est pas seulement affectée par les variations des charges de trafic mais aussi par un dérangement généralisé ou partiel d'éléments constitutifs du réseau. La notion de qualité d'écoulement du trafic perçue par l'abonné ne se limite pas à des conditions spécifiques de dérangement et de remise en service. Par exemple, l'abonné ignore généralement qu'un problème s'est posé dans le réseau et ne peut distinguer une condition de dérangement d'un certain nombre d'autres conditions telles que demandes de trafic de crête ou pénuries d'équipement dues à des opérations de maintenance périodique. Il faut donc formuler des critères de comportement et des objectifs de qualité d'écoulement du trafic appropriés pour les centres de commutation téléphoniques internationaux, en tenant compte des conséquences de défaillances partielles ou totales du commutateur. En outre, il faut établir des définitions, des modèles et des méthodes de mesure et de calcul appropriés.

1.5 Du point de vue de l'abonné, la qualité d'écoulement du trafic ne doit pas seulement être définie par le niveau de service non satisfaisant mais aussi par la durée des laps de temps pendant lesquels la qualité d'écoulement du trafic n'est pas satisfaisante et par la fréquence d'occurrence. Ainsi, sous leur forme la plus générale, les critères de comportement doivent tenir compte de facteurs tels que l'intensité des défaillances et la durée des dérangements qui en résultent, la demande de trafic au moment des défaillances, le nombre d'abonnés touchés par les défaillances et les modifications de schémas de trafic provoquées par les dérangements.

Toutefois, il serait souhaitable, dans la pratique, de disposer d'un critère plus simple qui pourrait être progressivement mis au point compte tenu des facteurs mentionnés ci-dessus.

1.6 Des défaillances totales ou partielles dans la partie internationale du réseau ont des conséquences beaucoup plus graves que des défaillances similaires dans les réseaux nationaux, étant donné que dans les réseaux nationaux, il est possible d'isoler les composantes défectueuses et de réacheminer le trafic affecté.

Des défaillances dans la partie internationale du réseau peuvent donc entraîner une dégradation du service qui se traduit par une augmentation des temps de blocage, voire une absence totale de services pendant un certain temps. L'objet de la présente Recommandation est d'établir un certain nombre d'objectifs de service pour des centres de commutation internationaux, de sorte que l'on puisse garantir aux abonnés demandant des connexions internationales, un certain niveau de service.

Il convient de noter toutefois que lorsqu'il existe plusieurs commutateurs tête de ligne assurant l'accès à un pays dans les deux sens et offrant diverses possibilités de circuits et pour le rétablissement, la qualité réelle d'écoulement du trafic est meilleure qu'en présence d'un centre unique.

2 Considérations générales

2.1 Les nouveaux critères de comportement comprennent des notions de «disponibilité» (intensité des défaillances et durée des pannes) et d'«encombrement du trafic» (niveaux de blocage et/ou de retard). Il est donc nécessaire que la terminologie, les définitions et les modèles considérés soient compatibles avec les Recommandations pertinentes du CCITT sur la terminologie et le vocabulaire.

2.2 En période de fort encombrement, dû à des crêtes de trafic, ou à un mauvais fonctionnement du commutateur, une augmentation sensible du nombre des tentatives d'appel répétées risque de se produire. En outre, en raison des demandes qui se sont accumulées pendant un dérangement généralisé, le commutateur peut avoir à écouler une forte charge de trafic immédiatement après l'élimination du dérangement et la remise en service. Il faut prendre en considération les éventuels effets de ce phénomène sur la qualité d'écoulement du trafic proposée dans des conditions de défaillance. (Pour complément d'étude.)

3 Caractéristiques du comportement d'un centre de commutation en cas de dérangement

3.1 On considère qu'un centre de commutation est en dérangement si une défaillance dans le commutateur (matériel, logiciel, erreur humaine) réduit son débit lorsqu'il a besoin d'acheminer le trafic. Les quatre catégories de dérangement d'un commutateur étudiées dans la présente Recommandation sont les suivantes:

a) dérangement généralisé du commutateur;

b) dérangements partiels entraînant une réduction de la capacité de tout le trafic s'écoulant vers le même point;

c) dérangements partiels ayant pour effet de restreindre ou d'isoler totalement de leur voie d'acheminement normale les intensités de trafic en provenance ou à destination d'un point donné;

d) dérangement intermittent touchant une proportion donnée d'appels.

3.2 Dans la mesure du possible, un commutateur doit être conçu de façon à ce que la défaillance d'une unité (ou de plusieurs unités) du commutateur ait un effet néfaste aussi faible que possible sur son débit. Par ailleurs, le commutateur doit être à même de procéder à des mesures internes afin de réduire l'impact de toute surcharge résultant d'une défaillance de l'une quelconque de ses unités. Les unités dont les dérangements réduisent le débit du commutateur dans une plus forte proportion que d'autres doivent avoir une disponibilité proportionnellement plus élevée (voir le § 4 de la Recommandation Q.504).

3.3 Lorsqu'une défaillance réduit le débit du commutateur et qu'un encombrement se produit, le commutateur doit pouvoir envoyer des indications de contrôle de l'encombrement vers d'autres commutateurs ainsi qu'au système de gestion du réseau de façon à faciliter la limitation de la charge de trafic offert à ce commutateur. (Recommandations E.410 et Q.506.)

4 Qualité d'écoulement du trafic et modèles applicables

4.1 Dans le présent § 4, les termes «accessible» et «inaccessible» sont employés selon la définition donnée dans la Recommandation G.106 (*Livre rouge*). La qualité d'écoulement du trafic pour des centraux, en cas de défaillances, peut être formulée, du point de vue de l'abonné, aux deux niveaux conceptuels indiqués ci-après.

4.1.1 *Accessibilité (inaccessibilité) instantanée au service*

A ce niveau, on s'attache à la probabilité d'accessibilité (ou d'inaccessibilité) au service pour l'abonné à l'instant où il fait une demande.

4.1.2 *Accessibilité (inaccessibilité) moyenne au service*

A ce niveau, on étend la notion de «durée d'indisponibilité» utilisée dans les spécifications de disponibilité des centraux aux effets de défaillances partielles et de surcharge de trafic sur une longue période.

4.2 Conformément au concept de qualité d'écoulement du trafic mentionné au § 4.1, les paramètres de qualité d'écoulement du trafic pour des centraux, en cas de défaillances, sont définis comme suit:

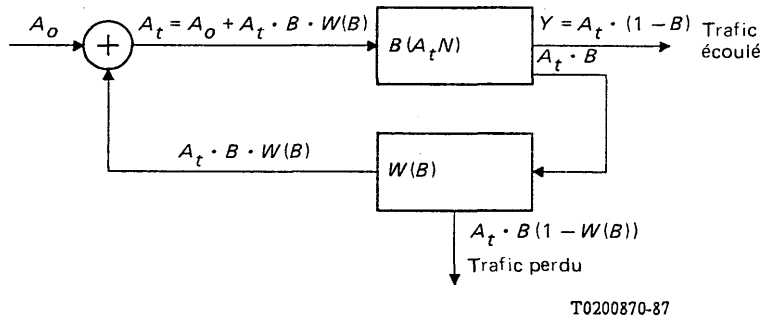
4.2.1 **inaccessibilité instantanée du central**: Probabilité que le central en question ne puisse pas accomplir la fonction requise (faire aboutir les appels) dans des conditions données, au moment d'une demande de service.

4.2.2 **inaccessibilité moyenne au service du central**: Moyenne d'inaccessibilité instantanée au service du central pendant une période d'observation spécifiée à l'avance (par exemple, une année).

4.2.3 *Remarque 1* – Dans le cas de l'inaccessibilité instantanée du central, le modèle de qualité d'écoulement du trafic est calqué sur la notion d'encombrement des communications dans la théorie du trafic et doit être étendu à l'encombrement des communications causé par des défaillances de central des catégories indiquées au § 3.1. La valeur de la qualité d'écoulement du trafic peut alors être assignée selon les mêmes modalités que dans la Recommandation E.543 pour les centres de transit numériques en fonctionnement normal.

Remarque 2 – On trouvera dans l'annexe A un modèle permettant d'évaluer l'inaccessibilité moyenne au service du central. Bien qu'il s'agisse d'une méthode simple et donc intéressante, il faudra encore étudier certaines questions pratiques concernant la mesure et le contrôle de cette qualité d'écoulement du trafic ainsi que les effets potentiels des commandes de gestion du réseau et de la maintenance périodique sur la qualité d'écoulement du trafic.

4.3 Le modèle présenté dans la figure 1/E.550 décrit le changement de nature du trafic offert en cas de dérangement.



A_o = le trafic offert
A_t = le trafic total
B = le facteur d'encombrement (tentatives d'appel non traitées) qui peut inclure les effets des commandes de gestion du réseau
N = les ressources
Y = le trafic écoulé
W = la proportion de tentatives d'appel bloquées qui ont été répétées.

FIGURE 1/E.550

Modèle du trafic offert en cas de dérangement

Dans des conditions normales, le facteur d'encombrement B est faible et il y a peu de tentatives répétées; le trafic A_t est donc proche de A_o.

En cas de dérangement, les ressources diminuent et le facteur d'encombrement B augmente, ce qui provoque une répétition des tentatives d'appel; par conséquent la charge de trafic A_t du commutateur devient plus grande que le trafic initial A_o.

Il est donc nécessaire d'évaluer l'encombrement en tenant compte de la nouvelle charge A_t , en supposant que le système soit stable, ce qui n'est pas toujours le cas.

La Recommandation E.501 décrit les modèles appropriés permettant de distinguer le trafic offert du trafic écoulé, compte tenu des tentatives d'appel répétées.

4.4 Pour chaque type de dérangement dans le commutateur, l'effet sur la qualité d'écoulement du trafic peut se caractériser par:

- la charge en erlangs (A_t) et les tentatives d'appel pendant l'heure chargée (TAHC);
- l'inaccessibilité (instantanée et moyenne), les paramètres d'encombrement et d'attente (établissement de la communication, établissement de la traversée de commutateur, etc.);
- la durée du dérangement;
- l'intensité des défaillances.

5 Normes de qualité d'écoulement du trafic et inaccessibilité

5.1 Un dérangement du commutateur peut créer des effets semblables à ceux dus à un encombrement du trafic d'un commutateur fonctionnant normalement.

En général, les commutateurs numériques exploités dans le réseau doivent être capables de prendre les mesures garantissant un débit maximum dans les cas d'encombrement, y compris ceux qui ont été provoqués par un dérangement dans le commutateur.

Le traitement des appels qui ont été acceptés par le commutateur doit se poursuivre aussi rapidement que possible, conformément aux stratégies de protection contre l'encombrement préconisées au § 3 de la Recommandation Q.543.

5.2 Pour préserver la capacité de traitement des appels, le commutateur peut déclencher des réductions d'encombrement et/ou prendre d'autres mesures de gestion du réseau, pour réduire la charge offerte (Recommandations E.410, E.413 et Q.506). Pour le demandeur, l'incidence la plus évidente sera peut-être une probabilité plus faible que l'ensemble du réseau puisse y faire aboutir une partie des tentatives d'appel que le commutateur est incapable d'accepter pendant un dérangement.

5.3 Les centres de commutation internationaux occupent une place prépondérante dans le réseau et il est important que leur capacité de traitement présente une disponibilité élevée. Il est probable que les diverses architectures et dimensions de commutateurs auront des impacts différents sur les catégories de dérangement et la perte de capacité qui en résulte.

En général, les dérangements entraînant d'importantes diminutions de la capacité du commutateur se caractériseront par une probabilité faible de se produire et un temps d'indisponibilité court. Il est important de recourir à des méthodes de maintenance permettant d'obtenir des caractéristiques de disponibilité du commutateur convenables.

5.4 L'inaccessibilité moyenne au service du central s'exprime par la formule suivante:

Soit:

- $y(t)$: intensité des tentatives d'appel ayant accès au central, dans l'hypothèse de conditions normales de fonctionnement;
- $s(t)$: intensité des tentatives d'appel aboutissant réellement au central, compte tenu des dérangements qui se produisent dans le central.

L'inaccessibilité moyenne au service du central pendant une période T est donnée par la formule:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{y(t) - s(t)}{y(t)} \, dt$$

L'annexe A décrit une détermination pratique de cette quantité.

Pour les périodes où le commutateur subit un dérangement généralisé, c'est-à-dire $s(t) = 0$, la formule:

$$\frac{y(t) - s(t)}{y(t)} \quad \text{est égale à 1.}$$

On peut alors exprimer plus simplement l'incidence de ces périodes sur la valeur totale de P comme une fraction P_{total} de la période d'évaluation T pendant laquelle s'est produite une indisponibilité totale du commutateur résultant d'une défaillance.

L'objectif visé c'est que P_{total} ne dépasse pas 0,4 heure par an.

Pour la période de défaillance partielle, il est commode d'exprimer également l'objectif en heures équivalentes par an – le terme «équivalentes» est utilisé parce que la durée des dérangements partiels est pondérée par la fraction:

$$\frac{y(t) - s(t)}{y(t)}$$

des tentatives d'appels qui n'aboutissent pas. L'objectif concernant l'incidence de la période de dérangement partiel du commutateur sur la valeur de P est défini comme suit:

$P_{partiel}$ ne doit pas dépasser 1,0 heure équivalente par an.

A noter que par définition, $P = P_{total} + P_{partiel}$.

Le paramètre d'inaccessibilité ne couvre pas les aspects suivants:

- les périodes d'indisponibilité prévues,
- les dérangements d'une durée inférieure à 10 secondes,
- la détérioration accidentelle des équipements pendant les opérations de maintenance,
- les défaillances externes telles que les pannes d'alimentation, etc.

En revanche, ce paramètre tient compte des défaillances résultant des dérangements de matériels ou de logiciels.

En outre, les objectifs concernent un commutateur dans des conditions d'exploitation normales et ne prennent pas en compte les défaillances qui se produisent juste après la mise en service d'un commutateur ou peu avant sa mise hors service, c'est-à-dire la distribution bien connue selon une courbe en auge.

6 Contrôle de la qualité de fonctionnement

Certains types de défaillances [c'est-à-dire ceux mentionnés au § 3.1, b)] se reflètent d'habitude dans les mesures normales de qualité d'écoulement du trafic préconisées dans la Recommandation E.543.

D'autres types de défaillances [c'est-à-dire ceux mentionnés au § 3.1, c)] peuvent se traduire par un moins bon écoulement d'une portion du trafic, mais par une incidence faible ou nulle sur la qualité d'écoulement du trafic du commutateur qui est mesurée. Par exemple, si un module de circuits d'un commutateur numérique est défaillant, le trafic normalement associé à ce module est complètement bloqué, mais comme les tentatives d'appel ne sont pas mesurées, la défaillance ne modifie en rien le contôle de la qualité d'écoulement du trafic du commutateur.

Pour cette seconde situation, on peut calculer l'inaccessibilité moyenne en mesurant directement les périodes d'indisponibilité des éléments pour obtenir des renseignements sur m_i et t_i et des estimations de b_i, avec le modèle proposé à l'annexe A. (Voir annexe A pour une explication de ces symboles.)

Les estimations de b_i peuvent utiliser des facteurs fixes fondés sur l'architecture du commutateur et des facteurs variables fondés sur les mesures de trafic effectuées juste avant le moment de la défaillance.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.550)

Modèle pour l'inaccessibilité moyenne du central

A.1 Si P est la probabilité qu'une tentative d'appel ne soit pas traitée en raison d'un dérangement du commutateur, on aura:

$$P = \sum_{i=1}^{N} p_i \, b_i \qquad \text{(A-1)}$$

où

p_i est la probabilité du mode de dérangement i. Chaque mode de dérangement indique une combinaison particulière des éléments défectueux du commutateur,

N est le nombre de modes de dérangement,

b_i est la proportion moyenne du trafic qui ne peut être traité en raison du mode de dérangement i. C'est une fonction du dérangement spécifique présent et de la charge de trafic offert au moment de la défaillance.

Pendant une période T, on peut calculer la probabilité de dérangement P_i au moyen de la formule suivante:

$$p_i = \frac{m_i \cdot t_i}{T} \qquad i = 1, 2, \ldots N \qquad \text{(A-2)}$$

où:

m_i est le nombre des dérangements de type i pendant la période T,

t_i est la durée moyenne des dérangements de type i.

On peut, par commodité, vouloir exclure des calculs les dérangements d'une durée inférieure à 15 secondes.

Remarque 1 – Un mode de dérangement donné fait entrer le commutateur dans l'état de dérangement correspondant, qui est caractérisé par une durée moyenne donnée et une fonction b_i indiquant la proportion du trafic offert affecté par ce dérangement. En théorie, le nombre possible de modes de dérangements peut être très élevé en raison du nombre de combinaisons possibles. Dans la pratique, on peut réduire ce nombre en considérant que tous les modes de dérangements ayant les mêmes b_i et t_i sont équivalents.

Remarque 2 – b_i doit tenir compte de la distribution du trafic pendant une journée et de la probabilité de dérangement du mode i pendant une période donnée. La valeur attribuée dans le modèle susmentionné doit être la valeur moyenne b_i de toutes les heures considérées dans ces distributions. Par exemple, on peut évaluer un dérangement partiel touchant 20% du trafic du commutateur pendant l'heure chargée et deux heures identiques, de manière à obtenir une diminution de 10% dans quatre autres heures modérément chargées et à avoir un effet négligeable pour toutes les autres heures. Si l'on considère que ce dérangement a des chances égales de se produire à un moment quelconque, on peut obtenir la valeur moyenne de b_i comme suit:

$$b_i = \text{somme du} \left(\frac{\text{pourcentage de trafic affecté} \times \text{nombre d'heures chargées pertinentes}}{\text{24 heures}} \right) =$$

$$= \frac{0{,}2 \times 3}{24} + \frac{0{,}1 \times 4}{24} + \frac{0{,}0 \times 17}{24} = 0{,}025 + 0{,}0167 = 0{,}0417$$

Remarque 3 – La probabilité qu'une tentative d'appel ne soit pas traitée dépend de la catégorie de trafic faisant l'objet du dérangement. Les autres trafics seront l'objet d'une qualité d'écoulement différente selon la structure du système, qui n'est pas prise en considération dans la présente Recommandation. Par exemple, des dérangements partiels qui mettent hors service des blocs de circuits reliés à un commutateur ont pour effet de réduire le trafic total offert au commutateur. Les flux de trafic qui n'utilisent pas les circuits en dérangement peuvent donc bénéficier d'une qualité d'écoulement du trafic légèrement supérieure.

A.2 *Exemple pour calculer l'inaccessibilité P*

(Voir le tableau A-1/E.550.)

TABLEAU A.1/E.550

Exemple d'utilisation du modèle pour calculer l'inaccessibilité P

(T = une année = 8760 heures)

b_i	m_i	t_i	$p_i \cdot b_i$
Proportion moyenne de trafic qui ne peut pas être traité	Nombre de défaillances de type i par année	Durée moyenne des défaillances de type i (heures)	Probabilité qu'une tentative d'appel ne soit pas traitée ($\times 10^{-5}$)
1,00	2	0,2	4,56
0,40	3	0,22	3,01
0,20	4	0,3	2,74
0,10	6	0,4	2,74
0,05	10	0,5	2,85

La valeur P est la somme des termes $p_i \cdot b_i$ du tableau A-1/E.550. Dans cet exemple, $P = 15{,}90 \times 10^{-5}$, ce qui équivaut à 1,39 heure d'inaccessibilité par an ($1{,}39 = 15{,}90 \times 10^{-5} \times 8760$). P se décompose en:

P_{total} = 0,40 heure par an ($4{,}56 \times 10^{-5} \times 8760$)

$P_{partiel}$ = 0,99 heure par an (partie restante de P).

A.3 Autre exemple: considérons un faisceau de circuits où des défaillances du commutateur peuvent se produire, mettant ainsi hors service un ou plusieurs circuits (voir la figure A-1/E.550). Il est possible de développer la formule (A-1).

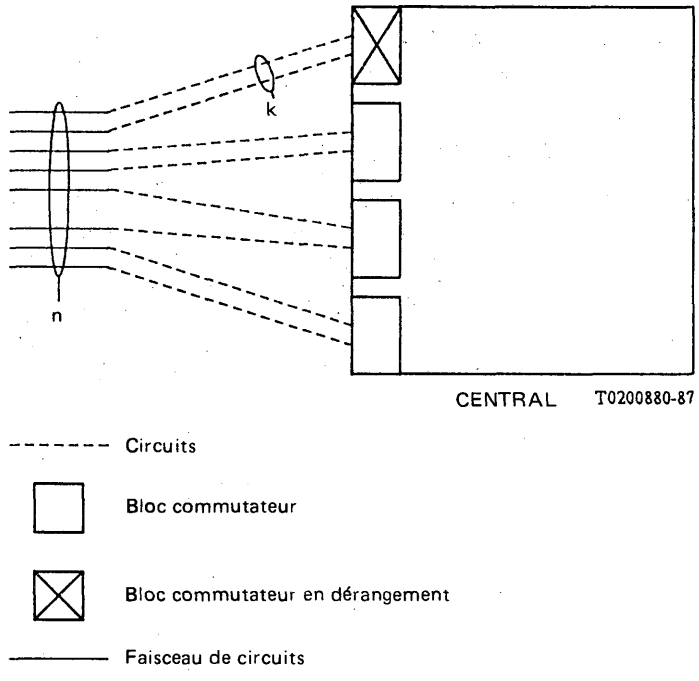


FIGURE A-1/E.550

Défaillance du commutateur mettant hors service un ou plusieurs circuits

La proportion moyenne de trafic $b(n, k, A)$, qui ne peut être traité en raison des défaillances de circuits est alors fonction de:

- n, dimension du faisceau de circuits;
- k, nombre de circuits hors service en raison de la défaillance;
- A, la valeur moyenne du trafic offert au faisceau de circuits, en l'absence de dérangements.

Soit $C_n(A)$ – le débit de trafic sur un faisceau de circuits de dimension n pour un trafic offert A; le débit de trafic sur ce même faisceau de circuits sera $C_{n-k}(A)$ où k circuits sont hors service. La proportion moyenne du trafic $b(n, k, A)$ qui ne peut pas être traité en raison de la défaillance peut donc s'exprimer par:

$$b(n, k, A) = \frac{[C_n(A) - C_{n-k}(A)]}{C_n(A)} \qquad \text{(A-3)}$$

Si

$f(k, A)$ est la probabilité d'avoir k circuits en dérangement pour la valeur moyenne du trafic offert A, la probabilité P_n qu'une tentative d'appel ne soit pas traitée en raison d'une défaillance d'un faisceau de circuits de dimension n est donnée par:

$$P_n = \sum_{k, A} f(k, A) \cdot b(n, k, A) \qquad k = 1, 2, \ldots n \qquad \text{(A-4)}$$

Si k et A sont indépendants, on aura:

$$f(k, A) = f_1(k) \cdot f_2(A) \qquad \text{(A-5)}$$

où $f_1(k)$ peut satisfaire à une distribution binomiale et $f_2(A)$ à une distribution de Poisson.

Si on suppose que le trafic suit une distribution d'Erlang, $C_n(A)$ est proportionel à $A \cdot (1 - E_n(A))$, où $E_n(A)$ est la probabilité de blocage exprimée par la formule de perte d'Erlang. On aura donc:

$$b(n, k, A) = \frac{E_{n-k}(A) - E_n(A)}{1 - E_n(A)} \qquad \text{(A-6)}$$

par recours aux tables d'Erlang et insertion de la valeur dans la formule (A-4).

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 6

DÉFINITIONS

Recommandation E.600

TERMES ET DÉFINITIONS RELATIFS À L'INGÉNIERIE DU TRAFIC

Introduction

La présente Recommandation contient des termes et des définitions utilisés dans le domaine de l'ingénierie du trafic. L'ingénierie du trafic englobe les mesures, la prévision, la planification, le dimensionnement et le contrôle de la qualité. Elle vise à assurer pour les services de télécommunications des objectifs en matière de capacité d'écoulement du trafic. La capacité d'écoulement du trafic est l'un des principaux facteurs de la qualité de service. La Recommandation E.800 explique la relation entre les différents facteurs de qualité de service et donne des termes et des définitions applicables à la notion de qualité de service ainsi qu'à la disponibilité et à la fiabilité.

Le présent vocabulaire doit permettre de mieux comprendre l'ingénierie du trafic et les Recommandations formulées dans ce domaine. Les termes définis ici pourraient recevoir des définitions différentes dans le cas d'applications étrangères au domaine de l'ingénierie du trafic.

Les synonymes des termes à employer de préférence sont séparés de ces derniers par un point-virgule.

LISTE DES TERMES

1 *Théorie générale*

1.1 Communication
1.2 Connexion
1.3 Ressource
1.4 Usager
1.5 Trafic de télécommunications; télétrafic
1.6 Trafic observé
1.7 Trafic poissonnien; trafic de pur hasard
1.8 Facteur d'irrégularité
1.9 Trafic régularisé
1.10 Trafic survariant
1.11 Volume de trafic
1.12 Erlang
1.13 Tentative de prise
1.14 Prise
1.15 Libre
1.16 Occupé
1.17 Libération
1.18 Durée d'occupation
1.19 Mode d'exploitation avec blocage
1.20 Mode d'exploitation avec attente
1.21 Encombrement d'appel
1.22 Congestion temporelle
1.23 Temps de mise en attente

2 *Appels*

2.1 Appel
2.2 Intention d'appel
2.3 Demande d'appel
2.4 Tentative d'appel
2.5 Première tentative d'appel
2.6 Tentative d'appel répétée
2.7 Chaîne d'appel
2.8 Tentative d'appel bloquée
2.9 Tentative d'appel abandonnée
2.10 Tentative d'appel acheminée
2.11 Tentative d'appel ayant abouti; tentative d'appel efficace
2.12 Appel ayant abouti
2.13 Taux d'efficacité
2.14 Taux de prises avec réponse (TFR)
2.15 Taux de tentatives de prise avec réponse (TTPR)
2.16 Taux d'appel
2.17 Durée de numérotation

3 *Circuits*

3.1 Circuit (de télécommunication)
3.2 Circuit (commuté)
3.3 A sens unique, unidirectionnel
3.4 A double sens, bidirectionnel
3.5 Faisceau (de circuits)
3.6 Sous-faisceau
3.7 Faisceau de premier choix
3.8 Faisceau débordant
3.9 Faisceau final
3.10 Faisceau totalement fourni

4 *Qualité d'écoulement du trafic*

4.1 Qualité d'écoulement du trafic
4.2 Variable de qualité de service
4.3 Durée d'attente de tonalité
4.4 Attente après numérotation
4.5 Délai du signal de réponse
4.6 Durée de présélection
4.7 Durée de sélection d'un commutateur
4.8 Durée d'établissement d'un commutateur
4.9 Blocage interne
4.10 Blocage externe

5 *Ingénierie du trafic*

5.1 Heure chargée
5.2 Moyenne du trafic des heures chargées
5.3 Heure chargée moyenne
5.4 Rapport du trafic journalier au trafic à l'heure chargée
5.5 Trafic écoulé
5.6 Trafic offert
5.7 Trafic efficace
5.8 Trafic de débordement
5.9 Trafic bloqué
5.10 Trafic perdu; trafic abandonné
5.11 Trafic non exprimé; trafic supprimé
5.12 Origine
5.13 Destination
5.14 Flux de trafic
5.15 Matrice de trafic
5.16 Trafic de départ
5.17 Trafic d'arrivée
5.18 Trafic interne
5.19 Trafic entrant
5.20 Trafic sortant
5.21 Trafic de transit
5.22 Déséquilibre interne de trafic
5.23 Voie d'acheminement
5.24 Acheminement de trafic
5.25 Acheminement d'appel
5.26 Voie d'acheminement détourné
5.27 Faisceau de faisceaux
5.28 Trafic équivalent

1 Théorie générale

1.1 **communication**
E: communication
S: comunicación
Transfert d'information, conforme à des conventions préétablies. Le flux d'informations n'est pas nécessairement bidirectionnel.

1.2 **connexion**

E: connection

S: conexión

Association de ressources permettant une communication entre deux dispositifs ou plus, situés dans, ou rattachés à un réseau de télécommunications.

1.3 **ressource**

E: resource

S: órgano

Tout ensemble d'entités pouvant être définies matériellement ou par conception à l'intérieur d'un réseau de télécommunications, dont l'usage peut être déterminé sans ambiguïté.

1.4 **usager**

E: user

S: usuario

Toute entité extérieure au réseau qui utilise les connexions du réseau pour la communication.

1.5 **trafic de télécommunications; télétrafic**

E: telecommunications traffic; teletraffic

S: tráfico de telecomunicación; teletráfico

Processus d'arrivées et de libérations de demandes de ressources dans un réseau.

Remarque – L'unité propre à la variable trafic est l'erlang (symbole: E).

1.6 **trafic observé**

E: observed traffic

S: tráfico observado

Le trafic observé instantané est le nombre de ressources occupées à un instant donné. Le trafic observé moyen pour une période donnée est la moyenne temporelle du trafic observé instantané.

1.7 **trafic poissonnien; trafic de pur hasard**

E: poisson traffic; pure chance traffic

S: tráfico poissoniano

Trafic dont la distribution des arrivées obéit à une loi de Poisson.

Remarque – Le trafic poissonnien a un facteur d'irrégularité égal à 1.

1.8 **facteur d'irrégularité**

E: peakedness factor

S: factor de irregularidad

Rapport de la variance à la moyenne d'un trafic.

1.9 **trafic régularisé**

E: smooth traffic

S: tráfico con distribución uniforme

Trafic dont le facteur d'irrégularité est plus petit que 1.

1.10 **trafic survariant**

E: peaked traffic

S: tráfico con distribución en pico

Trafic dont le facteur d'irrégularité est plus grand que 1.

1.11 **volume de trafic**

E: traffic volume

S: volumen de tráfico

Intégrale du trafic instantané pendant un intervalle de temps donné.

Remarque 1 – Le volume de trafic est égal à la somme des durées d'occupation des ressources.

Remarque 2 – L'erlang-heure (symbole: Eh) est une unité utilisée pour exprimer le volume de trafic.

1.12 **erlang**

E: Erlang

S: erlang

Unité de trafic (symbole: E). En téléphonie traditionnelle le nombre d'erlangs est le nombre de ressources occupées ou celui auquel on s'attend dans des conditions données.

1.13 **tentative de prise**

E: bid

S: tentativa de toma

Tentative individuelle pour obtenir le service d'une ressource du type envisagé.

Remarque – Dans un contexte de gestion d'un réseau, l'absence de qualification sous-entend une tentative de prise sur un faisceau de circuits, une voie d'acheminement ou une destination.

1.14 **prise**

E: seizure

S: toma

Tentative de prise qui obtient le service d'une ressource du type envisagé.

1.15 **libre**

E: idle (state)

S: reposo (estado de); estado libre

Qualifie l'état d'une ressource qui, se trouvant libre, peut être prise.

1.16 **occupé**

E: busy (state)

S: ocupado (estado de)

Qualifie l'état d'une ressource à sa prise.

1.17 **libération**

E: release

S: liberación

Evénement qui fait passer une ressource de l'état occupé à l'état libre.

1.18 **durée d'occupation**

E: holding time

S: tiempo de ocupación; tiempo de retención

Intervalle de temps compris entre la prise d'une ressource et sa libération.

1.19 **mode d'exploitation avec blocage**

E: blocked mode of operation

S: modo de operación con bloqueo (de llamadas)

Mode d'exploitation dans lequel les tentatives de prise qui ne trouvent pas de ressources appropriées libres et accessibles ne peuvent pas attendre.

1.20 **mode d'exploitation avec attente**

E: delay mode of operation

S: modo de operación con espera (de llamadas)

Mode d'exploitation dans lequel les tentatives de prise qui ne trouvent pas de ressources appropriées libres et accessibles peuvent attendre.

1.21 **encombrement d'appel**

E: call congestion

S: congestión de llamadas

Probabilité pour qu'une tentative de prise sur un ensemble de ressources donné n'aboutisse pas à une prise immédiate.

1.22 **congestion temporelle**

E: time congestion

S: congestión temporal

Pourcentage de temps pendant lequel un ensemble de ressources donné ne contient aucune ressource libre.

1.23 **temps de mise en attente**

E: waiting time; queuing time

S: tiempo de espera; tiempo de cola

Dans le mode d'exploitation avec attente, intervalle de temps entre la tentative de prise d'une ressource et sa prise.

2 Appels

2.1 **appel**

E: call

S: llamada

Terme générique concernant l'établissement, l'utilisation et la libération d'une connexion. Normalement, il est nécessaire de préciser l'aspect envisagé, par exemple: tentative d'appel.

2.2 **intention d'appel**

E: call intent

S: intención de llamada; intento de llamada

Désir d'établir une connexion avec un usager.

Remarque – L'intention d'appel se manifeste habituellement par une demande d'appel. Toutefois, des demandes d'appel peuvent être supprimées ou différées par l'usager demandeur qui s'attend, à un moment donné, à rencontrer une mauvaise qualité de service.

2.3 **demande d'appel**

E: call demand

S: demanda de llamada

Intention d'appel qui aboutit à une première tentative d'appel.

2.4 **tentative d'appel**

E: call attempt

S: tentativa de llamada

Tentative d'établissement d'une connexion avec un ou plusieurs dispositifs attachés à un réseau de télécommunications.

Remarque – En un point donné du réseau, une tentative d'appel se manifeste par une unique tentative de prise inefficace, ou par une tentative de prise qui aboutit et par toute autre activité ultérieure liée à l'établissement de la connexion.

2.5 **première tentative d'appel**

E: first call attempt

S: primera tentativa de llamada

La première tentative d'une demande d'appel qui atteint un point donné du réseau.

2.6 **tentative d'appel répétée**

E: repeated call attempt; reattempt

S: tentativa de llamada repetida

Une quelconque des tentatives d'appel consécutives à la première tentative d'appel relative à une demande d'appel donnée.

Remarque – Les tentatives d'appel répétées peuvent être manuelles, c'est-à-dire effectuées par des humains, ou automatiques, c'est-à-dire effectuées par des machines.

2.7 **chaîne d'appel**

E: call string

S: cadena de llamada

Ensemble des tentatives d'appel relatives à une seule demande.

2.8 **tentative d'appel bloquée**

E: blocked call attempt

S: tentativa de llamada bloqueada

Tentative d'appel rejetée faute de ressources dans le réseau.

2.9 **tentative d'appel abandonnée**

E: abandoned call attempt

S: tentativa de llamada abandonada

Tentative d'appel abandonnée par le demandeur.

2.10 **tentative d'appel acheminée**

E: successful call attempt; fully routed call attempt

S: tentativa de llamada fructuosa; tentativa de llamada totalmente encaminada

Tentative d'appel qui reçoit une information intelligible sur l'état de l'usager demandé.

2.11 **tentative d'appel ayant abouti ; tentative d'appel efficace**

E: completed call attempt; effective call attempt

S: tentativa de llamada completada; tentativa de llamada eficaz

Tentative d'appel acheminée qui reçoit un signal de réponse.

2.12 **appel ayant abouti**

E: successful call

S: llamada fructuosa

Appel qui parvient au numéro demandé et à la suite duquel une conversation peut être échangée.

2.13 **taux d'efficacité**

E: completion ratio

S: relación respuesta/toma; tasa de compleción; tasa de eficacia

Rapport du nombre de tentatives d'appel ayant abouti au nombre total de tentatives d'appel, en un point donné du réseau.

2.14 **taux de prises avec réponse (TPR)**

E: answer seizure ratio (ASR)

S: tasa de tomas con respuesta (TTR)

Sur la base d'une voie d'acheminement ou sur celle d'un indicatif de destination, et durant un intervalle de temps spécifié, rapport du nombre de prises qui aboutissent à un signal de réponse au nombre total de prises.

2.15 **taux de tentatives de prise avec réponse (TTPR)**

E: answer bid ratio (ABR)

S: tasa de tentativas de toma con respuesta (TTTR)

Sur la base d'une voie d'acheminement ou sur celle d'un indicatif de destination, et durant un intervalle de temps spécifié, le rapport du nombre de tentatives de prise qui aboutissent à un signal de réponse au nombre total de tentatives de prise.

2.16 **taux d'appel**

E: calling rate

S: tasa de llamadas

Le nombre de tentatives d'appel en un point donné, sur une période de temps donnée, divisé par la durée de cette période.

2.17 **durée de numérotation**

E: dialling-time

S: tiempo de marcación

Intervalle de temps entre la réception de la tonalité de numérotation et la fin de la numérotation du demandeur.

3 Circuits

3.1 **circuit (de télécommunication)**

E: circuit

S: circuito

Moyen de transmission qui permet la communication entre deux points.

3.2 **circuit (commuté)**

E: trunk circuit

S: circuito (entre centrales); circuito troncal

Circuit de télécommunications aboutissant à deux centres de commutation.

3.3 **à sens unique; unidirectionnel**

E: one way; unidirectional

S: en un solo sentido; unidireccional

Qualificatif appliqué au trafic ou aux circuits pour indiquer que l'établissement d'une connexion se fait toujours dans le même sens.

3.4 **à double sens; bidirectionnel**

E: two way; bidirectional

S: en ambos sentidos; bidireccional

Qualificatif appliqué au trafic ou aux circuits pour indiquer que l'établissement d'une connexion peut se faire dans l'un ou l'autre sens.

3.5 **faisceau (de circuits)**

E: circuit group

S: haz de circuitos

Ensemble de circuits réalisé techniquement comme une unité d'acheminement de trafic.

3.6 **sous-faisceau**

E: circuit subgroup

S: subhaz de circuitos

Partie de faisceau constituée de circuits qui ont des caractéristiques similaires (par exemple, type de signalisation, type d'itinéraire de transmission, etc.).

3.7 **faisceau de premier choix**

E: first choice circuit group

S: haz de circuitos de primera elección

Faisceau auquel un flux de trafic est offert en premier (relativement à un flux de trafic donné).

3.8 **faisceau débordant**

E: high usage circuit group

S: haz de circuitos de gran utilización

Relativement à un flux de trafic donné, faisceau qui est dimensionné pour déborder sur un ou plusieurs autres faisceaux.

3.9 **faisceau final**

E: final circuit group

S: haz final de circuitos

Relativement à un flux de trafic donné, faisceau à partir duquel il n'y a pas de débordement possible sur un autre faisceau dans le cadre du plan d'acheminement en vigueur.

3.10 **faisceau totalement fourni**

E: fully provided circuit group

S: haz de circuitos totalmente provisto

Relativement à un flux de trafic donné, faisceau qui est de premier choix pour ce trafic et qui est dimensionné pour opérer comme faisceau final.

4 Qualité d'écoulement du trafic

4.1 qualité d'écoulement du trafic

E: grade of service (GOS)

S: grado de servicio (GDS)

Ensemble de variables techniques utilisées pour fournir une mesure de l'adéquation d'un groupe de ressources sous des conditions déterminées; on peut l'exprimer sous forme de probabilité de perte, de durée d'attente de tonalité, etc.

Remarque 1 – Les valeurs des paramètres assignées comme objectifs aux variables de la qualité d'écoulement du trafic sont appelées normes de qualité d'écoulement du trafic.

Remarque 2 – Les valeurs des paramètres de la qualité d'écoulement du trafic obtenues dans des conditions réelles sont appelées résultats de mesure de la qualité d'écoulement du trafic.

4.2 variable de qualité de service

E: quality of service variable

S: variable de calidad de servicio

Toute variable de performance (telle que la congestion, le délai, etc.) perceptible par l'usager.

Remarque – On trouvera une description des relations entre les facteurs de la qualité de service dans la Recommandation E.800.

4.3 durée d'attente de tonalité

E: dial-tone delay

S: demora del tono de invitación a marcar; periodo de espera del tono de invitación a marcar

Intervalle de temps entre le décrochage par le demandeur et la réception de la tonalité de numérotation.

4.4 attente après numérotation

E: post-dialling delay

S: demora después de marcar; periodo de espera después de marcar

Intervalle de temps entre la fin de numérotation du demandeur et la réception par celui-ci de la tonalité appropriée ou d'une annonce enregistrée, ou l'abandon de la tentative d'appel sans tonalité.

4.5 délai du signal de réponse

E: answer-signal delay

S: demora de la señal de respuesta

Intervalle de temps entre l'établissement d'une connexion entre les usagers demandeur et demandé, et la détection d'un signal de réponse au centre de départ.

4.6 durée de présélection

E: incoming response delay

S: demora de la preselección; duración de la preselección

Intervalle de temps entre l'instant où une prise est reconnaissable à l'entrée du commutateur et le moment où un signal d'invitation à transmettre est émis en réponse vers l'arrière par ce commutateur.

Remarque – Cette définition ne s'applique que dans le cas d'une signalisation voie par voie.

4.7 durée de sélection d'un commutateur

E: exchange call set-up delay

S: demora de establecimiento de la comunicación por una central; tiempo de establecimiento de la comunicación por una central

Intervalle de temps entre l'instant de réception à l'entrée du commutateur d'une information d'adresse suffisante pour établir la communication et le moment où le signal de prise ou l'information d'adresse correspondante est envoyé au commutateur suivant.

4.8 durée d'établissement d'un commutateur

E: through-connection delay

S: demora de transconexión; tiempo de transferencia de una central

Intervalle de temps entre l'instant où l'information nécessaire pour établir une connexion à travers le commutateur est disponible pour son traitement par ce commutateur, et l'instant où la connexion est établie et disponible pour la communication.

4.9 **blocage interne**

E: internal blocking

S: bloqueo interno

Probabilité pour qu'une connexion ne puisse pas être établie entre un point donné d'un réseau et toute ressource libre appropriée d'un ensemble de ressources extérieur, par suite d'encombrement d'appel dans cette partie de réseau.

4.10 **blocage externe**

E: external blocking

S: bloqueo externo

Probabilité pour qu'une connexion ne puisse pas être établie entre un point donné d'un réseau et toute ressource appropriée d'un ensemble de ressources extérieur, par suite d'encombrement d'appel à l'intérieur de cet ensemble de ressources.

5 Ingénierie du trafic

5.1 **heure chargée**

E: busy hour

S: hora cargada

Période continue d'une heure entièrement comprise dans l'intervalle de temps concerné pour lequel le trafic ou bien le nombre de tentatives d'appel est maximal.

5.2 **moyenne du trafic des heures chargées**

E: average daily peak hour traffic

S: tráfico medio de las horas punta

Moyenne sur plusieurs jours du trafic de l'heure chargée; il ne s'agit généralement pas de la même heure chaque jour.

5.3 **heure chargée moyenne**

E: time consistent busy hour

S: hora cargada media repetitiva o sistemática

Période d'une heure, commençant chaque jour au même instant, telle que le volume moyen de trafic du groupe de ressources concerné soit maximal pendant les jours considérés.

5.4 **rapport du trafic journalier au trafic à l'heure chargée**

E: day to busy hour ratio

S: relación del tráfico diario al tráfico en la hora cargada

Rapport du volume de trafic d'une journée de 24 heures au volume de trafic à l'heure chargée.

Remarque – Le rapport inverse est aussi utilisé.

5.5 **trafic écoulé**

E: traffic carried

S: tráfico cursado

Trafic écoulé par un ensemble de ressources.

5.6 **trafic offert**

E: traffic offered

S: tráfico ofrecido

Trafic qui serait écoulé par un ensemble de ressources infiniment grand.

5.7 **trafic efficace**

E: effective traffic

S: tráfico eficaz

Trafic correspondant seulement à la partie conversation des tentatives d'appel ayant abouti.

5.8 **trafic de débordement**

E: overflow traffic

S: tráfico de desbordamiento

Part du trafic offert à un ensemble de ressources qui n'est pas écoulée par cet ensemble.

5.9 **trafic bloqué**

E: blocked traffic

S: tráfico bloqueado

Part du trafic de débordement qui n'est pas écoulée par des ensembles de ressources en aval.

5.10 **trafic perdu ; trafic abandonné**

E: lost traffic; abandoned traffic

S: tráfico perdido; tráfico abandonado

Part du trafic bloqué qui ne donne pas lieu à des tentatives d'appel répétées.

5.11 **trafic non exprimé ; trafic supprimé**

E: suppressed traffic

S: tráfico suprimido

Trafic qui n'est pas exprimé par des usagers qui s'attendent à rencontrer une mauvaise qualité de service.

5.12 **origine**

E: origin

S: origen

Lieu où se trouve l'usager demandeur. On peut le définir avec la précision requise.

5.13 **destination**

E: destination

S: destino

Emplacement de la terminaison de réseau demandée. On peut le définir avec la précision requise: en exploitation internationale, le code de la région ou du pays suffit habituellement.

5.14 **flux de trafic**

E: traffic relation

S: relación de tráfico

Trafic qui s'écoule d'une origine vers une destination donnée.

5.15 **matrice de trafic**

E: traffic matrix

S: matriz de tráfico

Mode de représentation structurée du trafic s'écoulant entre un certain nombre d'origines et de destinations.

5.16 **trafic de départ**

E: originating traffic

S: tráfico de origen

Quelle qu'en soit la destination, trafic engendré dans le réseau considéré.

5.17 **trafic d'arrivée**

E: terminating traffic

S: tráfico de destino

Quelle qu'en soit l'origine, trafic destiné au réseau considéré.

5.18 **trafic interne**

E: internal traffic

S: tráfico interno

Trafic qui est à la fois de départ et d'arrivée pour le réseau considéré.

5.19 **trafic entrant**

E: incoming traffic

S: tráfico entrante

Trafic en provenance de l'extérieur qui, quelle qu'en soit la destination, pénètre dans le réseau considéré.

5.20 **trafic sortant**

E: outgoing traffic

S: tráfico saliente

Trafic à destination de l'extérieur qui, quelle qu'en soit l'origine, quitte le réseau considéré.

5.21 **trafic de transit**

E: transit traffic

S: tráfico de tránsito

Trafic passant par le réseau considéré.

5.22 **déséquilibre interne de trafic**

E: traffic distribution imbalance

S: desequilibrio de la distribución interna de tráfico

Inégalité dans la répartition du trafic entre des ressources similaires.

5.23 **voie d'acheminement**

E: route

S: ruta

Chaîne de connexion entre des centres de commutation assurée par un ou plusieurs faisceaux de circuits.

5.24 **acheminement**

E: traffic routing

S: encaminamiento de tráfico

Choix de voies d'acheminement, pour un flux de trafic donné: ce terme peut s'appliquer au choix de faisceau de circuits par un commutateur ou un opérateur, ou à la planification de ces voies d'acheminement.

5.25 **acheminement d'appel**

E: call routing

S: encaminamiento de la llamada

Choix de sous-faisceaux ou de circuits appropriés pour une tentative d'appel donnée.

5.26 **voie d'acheminement détourné**

E: alternative route; alternate route

S: ruta alternativa

Second choix, ou choix ultérieur, d'une voie d'acheminement entre deux centres de commutation consistant généralement en deux faisceaux de circuits en série, ou plus.

5.27 **faisceau de faisceaux**

E: network cluster

S: agrupación de haces

Ensemble d'un faisceau final et de tous les faisceaux débordants qui ont au moins un flux de trafic pour lequel ce faisceau final est sur la voie de dernier choix.

5.28 **trafic équivalent**

E: equivalent random traffic

S: tráfico aleatorio equivalente

Trafic poissonnien théorique qui, offert à un faisceau théorique (faisceau équivalent), donne un trafic de débordement ayant même moyenne et même variance que celles d'un trafic offert donné.

Remarque – Le trafic et le faisceau équivalents représentent l'impact de trafic d'un arrangement plus complexe de trafics offerts et de faisceaux débordants.

Acheminement d'appel	5.25
Acheminement de trafic	5.24
A double sens; bidirectionnel	3.4
Appel	2.1
Appel ayant abouti	2.12
A sens unique; unidirectionnel	3.3
Attente après numérotation	4.4
Blocage externe	4.10
Blocage interne	4.9
Chaîne d'appel	2.7
Circuit (commuté)	3.2
Circuit (de télécommunication)	3.1
Communication	1.1
Congestion temporelle	1.22
Connexion	1.2
Délai du signal de réponse	4.5
Demande d'appel	2.3
Déséquilibre interne de trafic	5.22
Destination	5.13
Durée d'attente de tonalité	4.3
Durée de numérotation	2.17
Durée de présélection	4.6
Durée de sélection d'un commutateur	4.7
Durée d'établissement d'un commutateur	4.8
Durée d'occupation	1.18
Encombrement d'appel	1.21
Erlang	1.12
Facteur d'irrégularité	1.8
Faisceau débordant	3.8
Faisceau (de circuits)	3.5
Faisceau de faisceaux	5.27
Faisceau de premier choix	3.7
Faisceau final	3.9
Faisceau totalement fourni	3.10
Flux de trafic	5.14
Heure chargée	5.1
Heure chargée moyenne	5.3
Intention d'appel	2.2
Libération	1.17
Libre	1.15
Matrice de trafic	5.15
Mode d'exploitation avec attente	1.20
Mode d'exploitation avec blocage	1.19
Moyenne du trafic des heures chargées	5.2
Occupé	1.16
Origine	5.12
Première tentative d'appel	2.5
Prise	1.14
Qualité d'écoulement du trafic	4.1
Rapport du trafic journalier au trafic à l'heure chargée	5.4
Ressource	1.3
Sous-faisceau	3.6
Taux d'appel	2.16
Taux d'efficacité	2.13
Taux de prises avec réponse (TPR)	2.14
Taux de tentatives de prise avec réponse (TTPR)	2.15
Télétrafic	1.5
Temps de mise en attente	1.23
Tentative d'appel	2.4
Tentative d'appel abandonnée	2.9
Tentative d'appel acheminée	2.10
Tentative d'appel ayant abouti	2.11
Tentative d'appel bloquée	2.8
Tentative d'appel efficace	2.11
Tentative d'appel répétée	2.6
Tentative de prise	1.13
Trafic abandonné	5.10
Trafic bloqué	5.9
Trafic d'arrivée	5.17
Trafic de débordement	5.8
Trafic de départ	5.16
Trafic de pur hasard	1.7
Trafic de télécommunications	1.5
Trafic de transit	5.21
Trafic écoulé	5.5
Trafic efficace	5.7
Trafic entrant	5.19
Trafic équivalent	5.28
Trafic interne	5.18
Trafic non exprimé	5.11
Trafic observé	1.6
Trafic offert	5.6
Trafic perdu	5.10
Trafic poissonnien	1.7
Trafic régularisé	1.9
Trafic sortant	5.20
Trafic supprimé	5.11
Trafic survariant	1.10
Usager	1.4
Variable de qualité de service	4.2
Voie d'acheminement	5.23
Voie d'acheminement détourné	5.26
Volume de trafic	1.11

SECTION 7

INGÉNIERIE DU TRAFIC DANS LE RNIS

Recommandation E.700

CADRE GÉNÉRAL DES RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE E.700

1 Introduction

Les Recommandations de la série E.700 ont pour objet de fournir des directives sur l'ingénierie du trafic pour le RNIS. Elles sont divisées en sections qui portent sur les différents aspects de l'ingénierie du trafic.

2 Considérations générales relatives aux Recommandations de la série E.700 à E.709

Cette section est consacrée aux questions générales relatives à l'ensemble des Recommandations de la série E.700.

3 Modélisation du trafic – Recommandations E.710 à E.719

Cette section fournit des directives sur la façon de caractériser le trafic qui sera offert sur les RNIS.

4 Qualité d'écoulement du trafic – Recommandations E.720 à E.729

Cette section définit les notions et paramètres de qualité d'écoulement du trafic qui sont importants du point de vue du RNIS, et fixe des objectifs relatifs à ces paramètres.

5 Méthodes de dimensionnement – Recommandations E.730 à E.739

Cette section décrit des méthodes permettant de relier les objectifs relatifs au trafic offert et ceux de la qualité d'écoulement du trafic afin que des ressources suffisantes puissent être affectées à la planification et à la conception.

6 Mesures du trafic – Recommandations E.740 à E.749

Cette section décrit les spécifications nécessaires à la mesure du trafic et à la surveillance de la qualité de fonctionnement.

Recommandation E.701

CONNEXIONS DE RÉFÉRENCE POUR L'INGÉNIERIE DU TRAFIC

1 Considérations générales

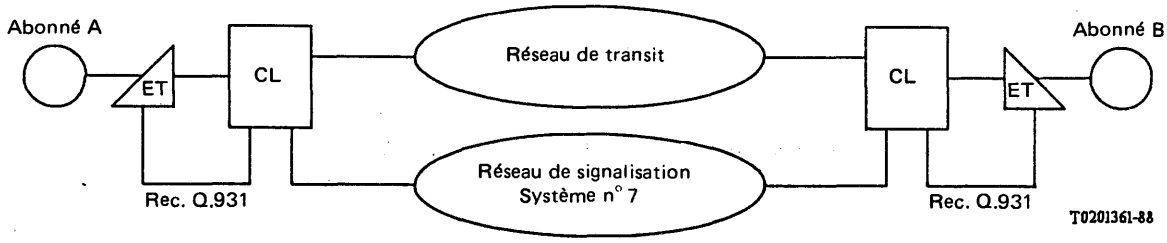
Cette Recommandation a pour objet de donner aux Recommandations de la série E.700 une base pour la définition de la qualité d'écoulement du trafic et des paramètres de trafic sur le RNIS.

Dans le § 2, deux connexions de référence sont définies. D'autres connexions de référence le seront ultérieurement.

2 Connexions de référence

2.1 *Connexion de référence pour les services avec commutation de circuits point à point*

Voir la figure 1/E.701.



Abonné A: abonné d'origine
Abonné B: abonné de destination
ET: équipement terminal
CL: central local

Remarque 1 – Le réseau de transit peut ne comprendre aucun commutateur de transit ou en comprendre un ou plusieurs; il peut s'agir ou non de commutateurs spécialisés du RNIS.

Remarque 2 – Le réseau de signalisation peut ne comprendre aucun point de transfert sémaphore ou en comprendre un ou plusieurs.

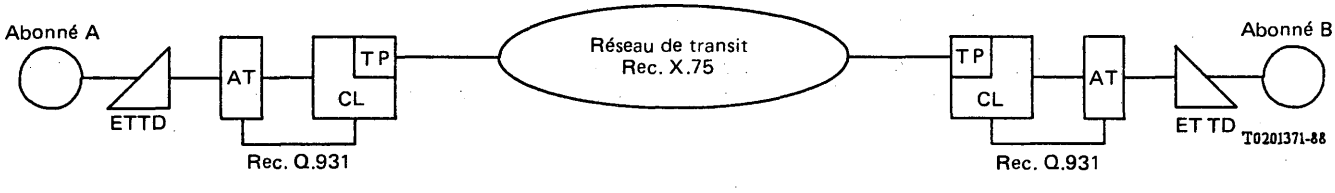
Remarque 3 – La structure du réseau de signalisation peut différer sensiblement de celle du réseau de transit.

FIGURE 1/E.701

Connexion de référence pour un service à commutation de circuits point à point

2.2 *Connexion de référence pour les services avec commutation par paquets point à point*

Voir la figure 2/E.701.



Abonné A: abonné d'origine
Abonné B: abonné de destination
AT: adaptateur de terminal
TP: dispositif de traitement de paquets
CL: central local
ETTD: équipement terminal de traitement de données

Remarque 1 – Le réseau de transit peut ne comprendre aucun commutateur de transit ou en comprendre un ou plusieurs.

Remarque 2 – Les Recommandations actuelles du CCITT spécifient l'utilisation d'ETTD de type Rec. X.25 avec des AT de type Rec. X.31.

Remarque 3 – Le dispositif de traitement de paquets peut être situé à l'extérieur du central local.

FIGURE 2/E.701

Connexion de référence pour services avec commutation par paquets point à point

DESCRIPTION GÉNÉRALE DES CARACTÉRISTIQUES DE TRAFIC DU RNIS

1 Introduction

La présente Recommandation définit les principes généraux concernant la modélisation des courants de trafic sur le RNIS. On trouvera une description plus détaillée des services spécifiques et des points significatifs [1] du réseau dans les Recommandations suivantes de la série E.710. Celle-ci comprend:

Recommandation E.711 – Demande des usagers

Recommandation E.712 – Modèles de trafic du plan usager (voir la remarque)

Recommandation E.713 – Modèles de trafic du plan commande

Recommandation E.714 – Modèles de trafic du plan gestion (voir la remarque).

D'autres Recommandations de la série E.710 seront mises au point ultérieurement en fonction de l'évolution du RNIS.

Remarque – Les Recommandations E.712 et E.714 sont encore à l'étude.

2 Contexte

Les principes, les services et les réseaux du RNIS sont décrits dans les Recommandations de la série I. Les Recommandations de la série E.710 ont été élaborées conformément au schéma des Recommandations de la série I, mais les informations regroupées dans la série E.710 portent sur les aspects importants du point de vue du trafic pour l'exploitation du RNIS à court terme.

Une importante technique de modélisation utilisée pour représenter les facilités du RNIS est l'architecture en couches décrite dans les Recommandations I.310 et I.320. La série E.710 a été constituée selon le même principe. Actuellement, les Recommandations de cette série décrivent les courants du trafic des couches inférieures (1 à 3). Les courants de trafic des couches supérieures seront étudiées ultérieurement.

Les notions de plan commande/plan usager décrites dans la Recommandation I.320 ont été utilisées pour définir deux modèles de trafic distincts dans les Recommandations E.712 et E.713. Toutefois, il convient de tenir compte du fait que beaucoup de méthodes d'ingénierie du trafic décrites dans les Recommandations suivantes de la série E.700 obligent à incorporer la charge de trafic des deux plans utilisant la même ressource. L'incidence du plan de gestion est un sujet pour étude ultérieure.

Les connexions de référence du RNIS utilisées dans la série E.710 sont celles de la Recommandation E.701.

3 Demande des usagers

Les usagers du RNIS ont différents besoins en matière de transfert d'informations. Avec son équipement terminal, l'usager transforme ces besoins en une série de demandes d'appel pour obtenir les services du RNIS. Il utilise alors de nombreuses fonctions, y compris le codage, les protocoles entre entités équivalentes et entre couches. Ces fonctions de couche supérieure ne sont pas analysées dans les Recommandations E.710.

La Recommandation E.711 décrit le processus à partir des demandes d'appel émanant des usagers qui souhaitent obtenir les services du RNIS définis dans les Recommandations I.230 et I.240. Les variables correspondantes de demande de trafic, y compris le nombre de tentatives par demande d'appel, sont calculées pour les attributs pertinents de chaque service.

4 Plan usager

Dans le plan usager, les attributs de certains services du RNIS sont associés à des paramètres de trafic en plus de ceux utilisés en téléphonie. En se fondant sur les modèles d'usager définis dans la Recommandation E.711, la Recommandation E.712 développera dans le futur les modèles de trafic correspondant à chaque service de base du RNIS au moyen d'une série commune de paramètres applicables à tous les services.

---

[1] Les **points significatifs** sont les points du réseau où il faut évaluer les courants de trafic et la qualité d'écoulement du trafic.

5 Plan commande

Chaque tentative émise à un terminal se traduira par des messages de signalisation dans le plan commande. Le nombre et la longueur des messages dépendent surtout:

- des protocoles (système de signalisation n° 7 et accès numérique défini dans la Recommandation Q.931);
- nature des appels (y compris les services supplémentaires offerts aux usagers);
- des configurations des équipements d'abonné de départ et d'arrivée (par exemple, transmission à recouvrement).

Les modèles de trafic du plan commande sont donnés dans la Recommandation E.713.

6 Questions futures

Les sections précédentes de la présente Recommandation et les Recommandations de la série E.710 concernent les principaux services et services supplémentaires qu'assureront les premiers RNIS.

Toutefois, comme le RNIS permet par définition de créer des services et des fonctions entièrement nouveaux selon l'évolution des besoins des usagers, il faut prévoir de nouveaux cas de trafic, qu'il faudra traiter dans des Recommandations de la série E.710. On peut, à cet égard, envisager les cas suivants:

- incidence, sur le trafic du plan commande, de services supplémentaires comme le service d'appel en instance;
- création de nouvelles facilités du RNIS: commutation statistique, attribution dynamique, etc.;
- établissement de communications sans connexion;
- conséquences de la signalisation entre usagers;
- conséquences des appels de type à présentation multiple, et utilisation simultanée de différents services interactifs et de distribution avec connexions à intervalles de temps multiples et multipoint ainsi qu'en mode diffusion.

Recommandation E.711

DEMANDE DES USAGERS

1 Introduction

1.1 Le trafic offert aux couches 1 à 3 du RNIS peut être modélisé au moyen de distributions du temps d'arrivée et de la durée d'occupation (variables de trafic). La présente Recommandation montre comment ces variables de trafic sont liées à la demande des usagers à des niveaux supérieurs.

2 Structure générale

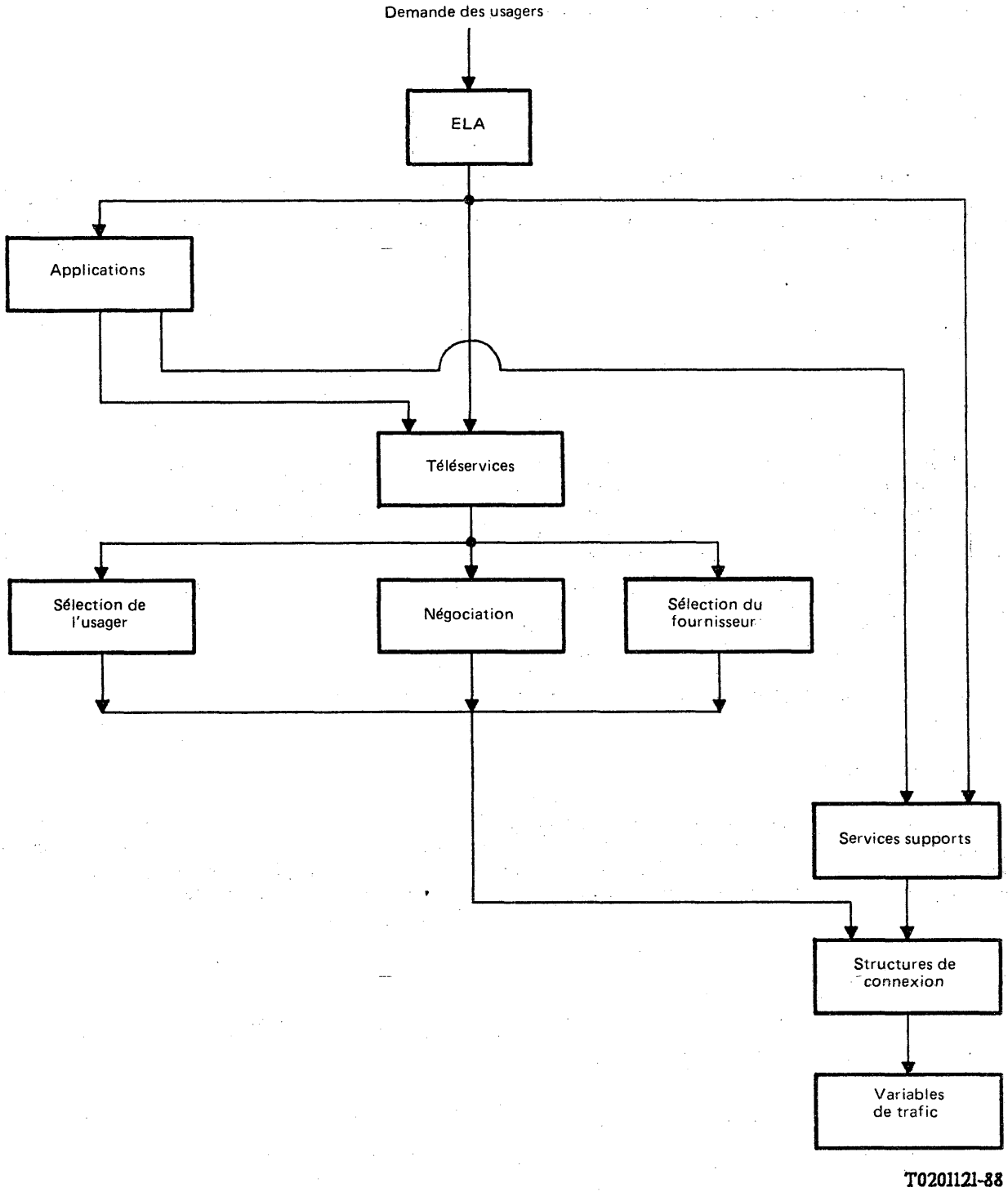
2.1 Le présent § 2 décrit le processus général par l'intermédiaire duquel les distributions du temps d'arrivée et de la durée d'occupation (variables de trafic) déterminant le trafic offert aux couches 1 à 3 peuvent être déduites de la demande des usagers. Ce processus est représenté à la figure 1/E.711 et décrit en détail à l'annexe B.

2.2 Par l'intermédiaire de l'équipement des locaux de l'abonné (ELA), la demande des usagers est transformée en une série de demandes d'applications, de téléservices et de services supports.

2.3 Une **application dans un RNIS** est une séquence de demandes de téléservices et de services supports, qui a été préalablement déterminée pour satisfaire un besoin de communication globale.

2.4 Une **structure d'appel** est une séquence spécifique d'événements et d'intervalles de temps entre les événements, qui est produite par une demande d'appel et modélisée au moyen de variables de trafic conformément à la description du § 3 de la présente Recommandation. Chaque classe de téléservices peut être modélisée au moyen d'une combinaison de structures d'appel, chaque structure correspondant à un ensemble d'attributs de téléservices.

2.5 Une **structure de connexion** est un ensemble spécifique de transfert d'information et d'attributs généraux qui ont une grande importance pour l'ingénierie du trafic. Le transfert d'information et les attributs généraux sont décrits dans la Recommandation I.210. Chaque structure d'appel peut être desservie par une ou plusieurs structures de connexion.



ELA = Equipement dans les locaux de l'abonné

FIGURE 1/E.711

Relation entre la demande des usagers et les variables de trafic

2.6 Un téléservice a des attributs qui peuvent être choisis par l'usager, négociés ou choisis par le fournisseur du service. Le résultat de cette procédure de sélection est une séquence de demandes de structures de connexion.

2.7 L'annexe A définit les relations qui existent entre la demande des usagers, les applications, les téléservices et les services supports et les attributs du trafic importants.

2.8 La combinaison des structures de connexion déterminées par ce processus déterminent à leur tour les distributions du temps d'arrivée et de la durée d'occupation.

3 Variables de trafic

3.1 Les variables de trafic s'expriment en distribution des taux d'arrivée et des durées d'occupation. Pour les services traditionnels avec commutation de circuits, la forme de certaines distributions est telle que l'on peut les décrire entièrement avec les valeurs moyennes. On trouvera ci-après un exposé des variables de trafic dans le contexte du RNIS.

3.2 *Variables d'appel*

3.2.1 *Processus d'arrivée*

Pour les services traditionnels avec commutation de circuits, le taux de tentatives d'appel a été, pour des raisons de commodité, considéré comme égal au taux de demandes d'appel. En revanche, sur le RNIS, on ne peut plus raisonner sur la base de cette équivalence. De nombreux téléservices auront des attributs tels que des séquences complexes de tentatives d'appel seront produites à chaque demande d'appel. Cela nécessitera la prise en considération de facteurs supplémentaires tels que:

- nombre de tentatives d'appel par demande d'appel;
- nombre de négociations par demande d'appel;
- nombre de demandes d'appel nécessitant une mise en réserve.

La question des séquences de tentatives d'appel appelle un complément d'étude.

3.2.2 *Durées d'occupation*

Pour les services traditionnels à commutation de circuits, la durée d'occupation de l'appel t_1 est la seule variable significative. Pour les services de mise en réserve, il faut des variables supplémentaires pour caractériser le temps de mise en réserve t_2, le temps d'aboutissement de l'appel t_3 et le temps d'établissement de la demande t_4. Voir la figure 2/E.711. (De nouvelles durées d'occupation demandent un complément d'étude.)

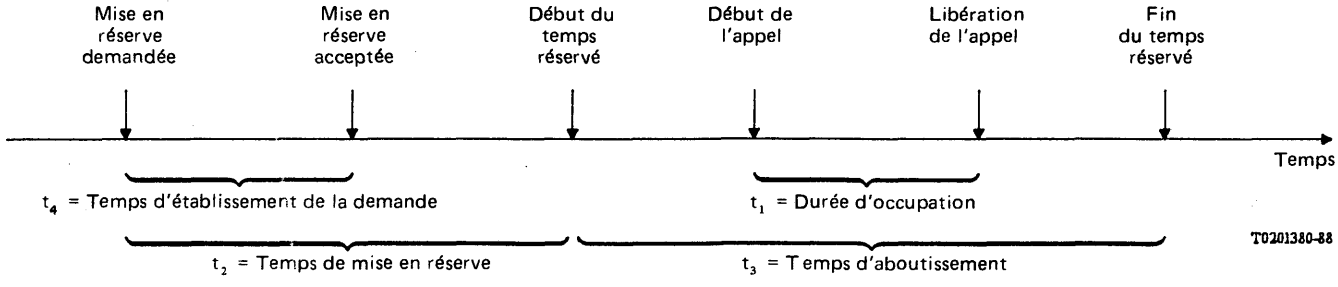


FIGURE 2/E.711

Durées d'occupation pour les services de mise en réserve

3.3 *Variables de transaction*

Des informations additionnelles sont nécessaires, au-delà du § 3.2, pour les services à commutation par paquets.

Pour les services à commutation par paquets, le contenu de l'information, au niveau usager, pendant un appel peut être fourni sous forme de transactions discrètes (intervalles de temps pendant lesquels un usager fournit en permanence des informations). Cette subdivision est très importante du point de vue du trafic, voir la figure 3/E.711.

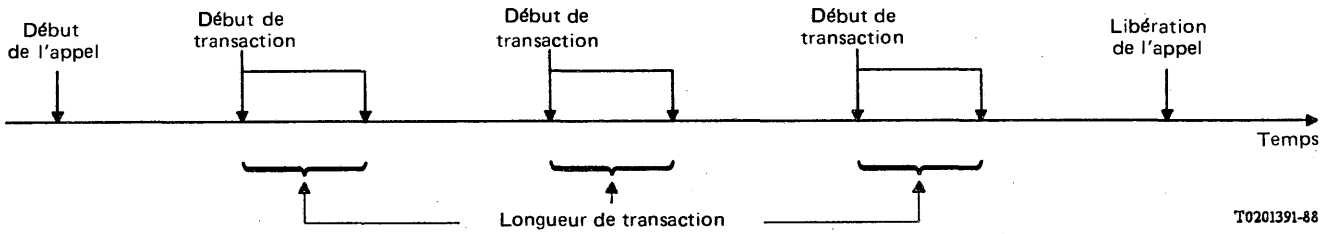
3.3.1 *Processus d'arrivée*

Le processus d'arrivée pour les transactions à l'intérieur d'un appel sera étudié ultérieurement.

3.3.2 *Longueur de transaction*

La longueur de transaction est exprimée en bits et elle représente le volume de données offert par la transaction à travers l'interface usager/réseau. La distribution des longueurs de transaction sera étudiée ultérieurement.

Remarque – Lorsqu'il s'agit de transport, le volume de données relatif à une simple transaction à l'intérieur d'un appel spécifique peut passer par une ou plusieurs étapes de fragmentation. Le sujet complet de fragmentation du volume de données sera étudié ultérieurement.



Remarque – Le transfert de l'information n'a lieu que pendant les transactions.

FIGURE 3/E.711

Transactions d'un service à commutation par paquets

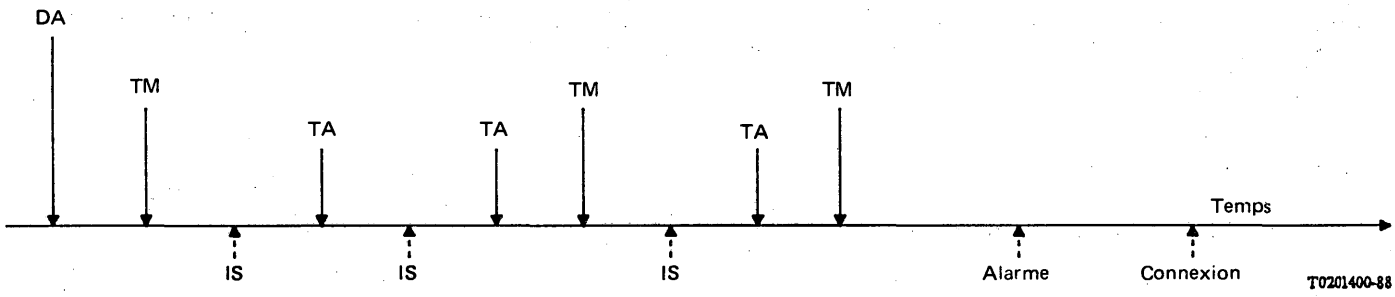
4 Exemples

4.1 Le service téléphonique traditionnel avec appels perdus libérés est généralement défini par le taux moyen d'arrivée et la durée moyenne d'occupation.

4.2 Le service téléphonique RNIS, avec système de signalisation rapide (système de signalisation n° 7) et facilité de répétition automatique, exige l'introduction d'une variable supplémentaire, à savoir le taux de répétition, qui évalue le nombre de tentatives d'appel par appel demandé.

4.3 La communication par ordinateur individuel utilisant les services de mise en réserve en conjonction avec les services supplémentaires de répétition automatique et d'appels en instance, est un téléservice qui donne lieu à une séquence complexe de tentatives d'appel, comme l'indiquent les figures 4/E.711 et 5/E.711.

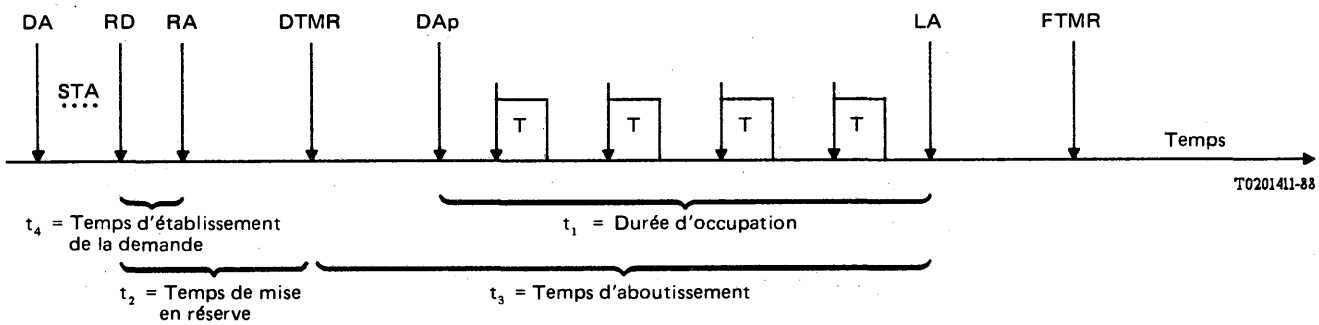
Pour établir une relation entre ce service et la demande des usagers, beaucoup de variables supplémentaires sont nécessaires, comme indiqué au § 3. En ce qui concerne le trafic du plan commande et du plan usager, on doit tenir compte non seulement des valeurs moyennes mais encore d'autres paramètres qui caractérisent les distributions.



DA – Demande d'appel
TM – Tentative manuelle
TA – Tentative automatique
IS – Indication de la situation du réseau ou non-aboutissement à cause de l'abonné B

FIGURE 4/E.711

Séquence de tentatives d'appel



DA Demande d'appel provoquée par la première tentative d'appel
STA Séquence de tentatives d'appel
RD Mise en réserve demandée
RA Mise en réserve acceptée
DTMR Début du temps de mise en réserve
DAp Début de l'appel
T Transactions
LA Libération de l'appel
FTMR Fin du temps de mise en réserve

FIGURE 5/E.711

Structure générale des appels

ANNEXE A

(à la Recommandation E.711)

Relation entre demandes d'usager et attributs

A.1 *Introduction*

La présente annexe donne des exemples concrets pour établir une relation entre les demandes d'usager (applications, téléservices et services supports) et les attributs qui sont importants aux fins de l'ingénierie du trafic. Les tableaux d'attributs sont fournis à titre d'illustration, mais il convient de noter que ces tableaux correspondent à une récapitulation sélective des attributs fondamentaux indiqués dans les Recommandations de la série I.200. C'est pourquoi les attributs en question doivent être seulement interprétés comme des illustrations du processus.

A.2 *Attributs de demande d'usager*

Les demandes d'usager sont décrites par les attributs suivants:

- sélections de services par les usagers;
- voies d'accès et taux d'accès (voir la figure A-1/E.711);
- protocoles des couches 7 à 1.

A.3 *Caractéristiques des applications*

Les caractéristiques suivantes servent à décrire les applications:

- téléservices assurant l'application;
- services supports assurant l'application;
- facilités supports assurant les téléservices et les services supports.

Le tableau A-1/E.711 donne les téléservices indiqués par la Recommandation I.240 avec les attributs qui sont importants du point de vue de l'ingénierie du trafic. Ceux-ci comprennent:

- le mode de transfert de l'information,
- le débit de transfert de l'information,
- la facilité de transfert d'information,
- l'établissement de la communication,
- la configuration de la communication,
- la symétrie.

Comme d'autres téléservices seront plus tard introduits dans le RNIS (par exemple, commande électronique d'achats), les attributs d'ingénierie du trafic peuvent s'étendre (par exemple, processus de traitement de l'information).

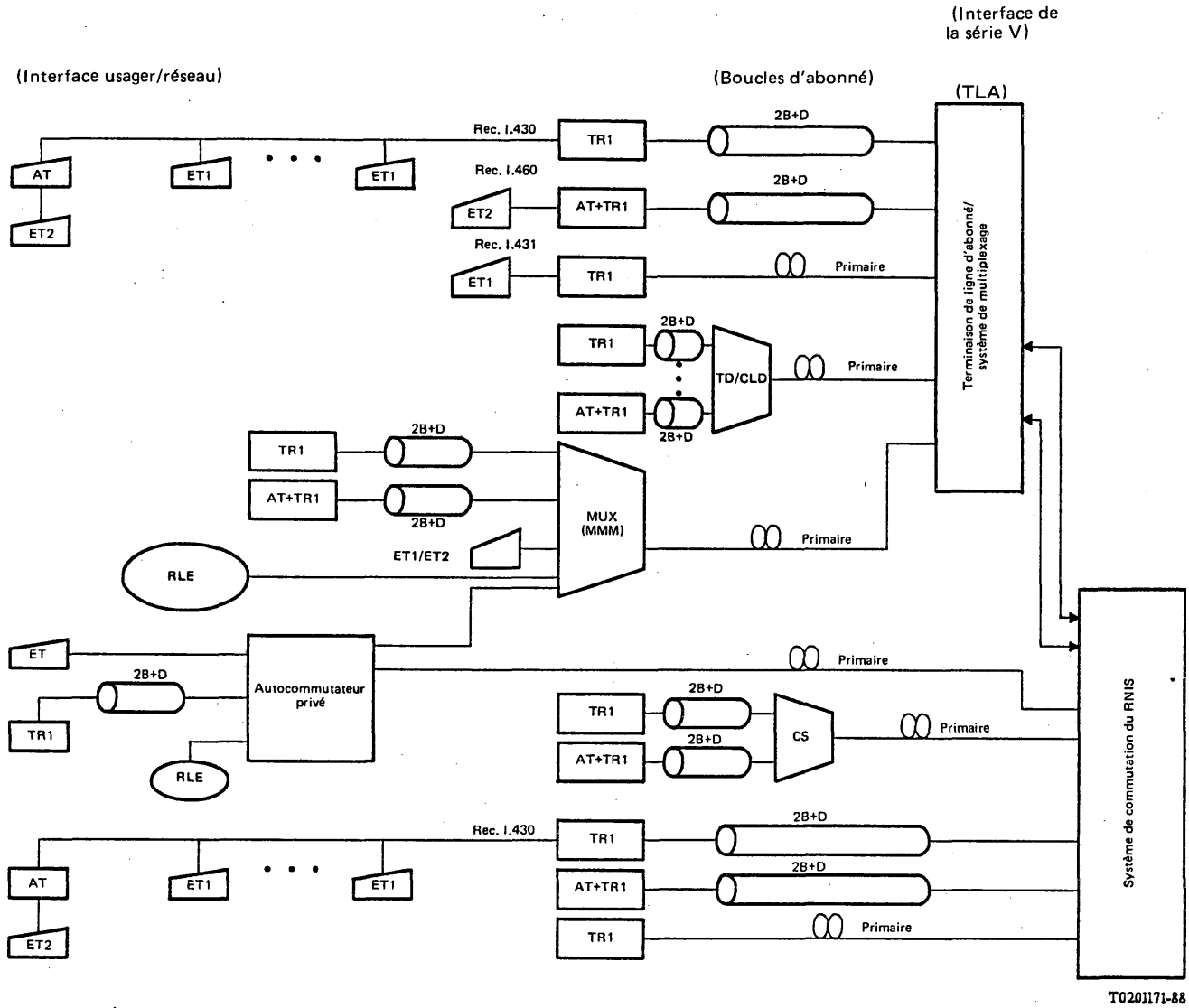
Le tableau A-2/E.711 contient la liste des services supports représentatifs parmi lesquels ceux qui sont nécessaires pour assurer une application peuvent être choisis.

A.4 *Téléservice*

Selon la Recommandation I.210, un téléservice est le résultat d'une des combinaisons suivantes:

- un seul téléservice de base;
- un téléservice de base plus un ou plusieurs services supplémentaires.

En outre, un téléservice peut être établi en utilisant des services supports.



AT	Adaptateur de terminal
ET	Equipement terminal
TR	Terminaison de réseau
TLA	Terminaison de ligne d'abonné
TD/CLD	Terminal distant/concentrateur de lignes distant
CS	Commutateur satellite
RLE	Réseau local d'entreprises

Remarque – Les équipements et canaux représentés dans ce schéma sont définis dans les Recommandations I.411 et I.412.

FIGURE A-1/E.711

Exemple d'accès d'usager au RNIS

TABLEAU A-1/E.711

Exemples de téléservices et attributs correspondants

	Mode de transfert de l'information											
	Mode circuit [a]											
	Débit de transfert de l'information (kbit/s)	Facilité de transfert de l'information		Etablissement de la communication		Symétrie			Configuration de la communication		
		Numérique sans restriction	Signaux de parole	Demande	Réservé	Unidirectionnel	Bidirectionnel		Point à point	Multipoint	Diffusion
							Symétrique	Asymétrique			
Téléphonie	64 (max.)		×	×			×		×	×	
Télétex	64 (max.)	× [b]		×		×			×	×	
Téléfax 4	64 (max.)	×		×		×			×		
Mode mixte	64 (max.)	×		×		×			×		
Vidéotex	64 (max.)	×		×				×	×		

[a] Le mode paquets sera étudié ultérieurement.
[b] Actuellement ce service est assuré par le service audiofréquence à 3,1 kHz.

TABLEAU A-2/E.711

Services supports

En mode circuits (Recommandation I.231)
64 kbit/s, sans restriction, structuré à 8 kHz
64 kbit/s, structuré à 8 kHz, utilisable pour le transfert de signaux de parole
64 kbit/s, structuré à 8 kHz, utilisable pour le transfert d'informations audiofréquence à 3,1 kHz
Transmission alternée: parole / 64 kbit/s, sans restriction, structuré à 8 kHz
2 × 64 kbit/s sans restriction, structuré à 8 kHz
384 kbit/s sans restriction, structuré à 8 kHz
1536 kbit/s sans restriction, structuré à 8 kHz
1920 kbit/s sans restriction, structuré à 8 kHz
En mode paquet (Recommandation I.232)
Appel virtuel et circuit virtuel permanent
Sans connexion
Signalisation d'usager

ANNEXE B

(à la Recommandation E.711)

Caractérisation du trafic

B.1 *Introduction*

B.1.1 La présente annexe décrit une méthode qui permet d'établir une relation entre les demandes des usagers et le trafic offert aux couches 1 à 3 du RNIS. Le principe de base consiste à établir une relation entre la combinaison des demandes des usagers, les *structures d'appel* et les *structures de connexion.* Ces notions, qui sont définies dans les § 2.4 et 2.5 et répétées ci-dessous, permettent à elles seules d'obtenir tous les renseignements nécessaires en vue de déterminer les distributions du temps d'arrivée et de la durée d'occupation.

B.1.2 La structure d'appel et la structure de connexion permettent d'évaluer les effets produits par les demandes des usagers sur les couches 1 à 3 du RNIS.

Une structure d'appel est une séquence spécifique d'événements et d'intervalles de temps entre ces événements, produite par une demande d'appel et modélisée par des variables de trafic, comme indiqué au § 3 de la présente Recommandation.

Une structure de connexion est un ensemble de transfert d'informations et d'attributs généraux qui ont une grande importance pour l'ingénierie du trafic. Le transfert d'information et les attributs généraux sont décrits dans la Recommandation I.210.

Une structure d'appel décrit ce qui se produit aux interfaces usager-réseau. Une structure de connexion décrit les types de ressources qui sont utilisés. Chaque structure peut être desservie par une ou plusieurs structures de connexion.

B.2 *Caractéristiques des usagers/équipements dans les locaux de l'abonné*

B.2.1 *Classes d'usagers*

La population des usagers peut être divisée en classes d'usagers caractérisées par les choix d'applications, de téléservices et de services supports faits par les usagers ainsi que par les fréquences d'apparition de ces choix. Chaque classe est liée à une pénétration dans la population.

B.2.2 *Classes d'équipements dans les locaux de l'abonné (ELA)*

Les demandes effectives d'applications, de téléservices et de services supports présentées au réseau à la suite des choix faits par les usagers sont déterminées par le type d'ELA. Chaque classe d'usagers peut être subdivisée en classes d'ELA caractérisées par la pénétration des types d'ELA au sein des classes d'usagers.

B.3 *Caractérisation des applications*

Sera étudiée ultérieurement.

B.4 *Caractérisation des téléservices*

B.4.1 *Classes de téléservices*

La population des téléservices demandés par les combinaisons d'usagers/ELA peut être divisée en classes définies par les valeurs des attributs importantes pour l'ingénierie du trafic.

Les téléservices, tels que définis dans la Recommandation I.240 sont du point de vue du trafic des classes de téléservices.

Parmi les attributs définis dans la Recommandation I.210, les attributs suivants sont importants pour l'ingénierie du trafic:

- mode de transfert de l'information,
- débit de transfert de l'information,
- facilité de transfert de l'information,
- établissement de la communication,
- symétrie,
- configuration de la communication.

Chaque combinaison de valeurs d'attributs définit une classe unique de téléservices.

B.4.2 *Téléservices*

Dans chaque classe de téléservices, les différents téléservices sont définis par les valeurs d'attributs généraux qui sont encore à l'étude au sein de la Commission XVIII. Les attributs «services supplémentaires» ont une importance particulière pour l'ingénierie du trafic.

B.4.3 *Demandes relatives aux classes de téléservices*

Chaque combinaison de classe d'usagers/classe d'ELA est caractérisée par des taux de demande concernant les classes de téléservices. Cette caractérisation peut être représentée sous la forme indiquée au tableau B-1/E.711. La détermination des valeurs du tableau B-1/E.711 doit se faire par des méthodes statistiques.

B.4.4 *Demandes de téléservices*

En combinant les principes énoncés aux § B.4.1 et B.4.2, on peut subdiviser le taux de demande total pour chaque classe de téléservices comme indiqué au tableau B-2/E.711. Les valeurs du tableau B-2/E.711 doivent être déterminées par des moyens statistiques.

B.4.5 *Structures d'appel*

A chaque téléservice correspond seulement une structure d'appel. Toutefois, la même structure d'appel peut être représentative de plusieurs téléservices.

En multipliant les taux totaux indiqués dans le tableau B-1/E.711 par les proportions indiquées dans le tableau B-2/E.711, on obtient les taux qui correspondent à chaque structure d'appel, comme indiqué au tableau B-3/E.711.

TABLEAU B-1/E.711

Demandes relatives aux classes de téléservices

Classe d'usagers	Classe d'ELA (remarque 1)	Classe de téléservices							
		1	2	3	.	.	.	.	.
1	X								
	Y								
	Z								
2	t								
	Z								
. . .	. . .								
Totaux									

Remarque 1 – Une classe d'usagers donnée n'utilisera pas nécessairement toutes les classes d'ELA.

Remarque 2 – Les valeurs indiquées dans le tableau sont les taux auxquels les combinaisons usagers/ELA engendrent les demandes pour chaque classe de téléservice.

TABLEAU B-2/E.711

Demandes de différents téléservices

Classe de téléservices	Combinaison d'attributs généraux							
	1	2	3	.	.	.	.	.
1								
2								
. . .								
Total								

Remarque – Les valeurs indiquées dans le tableau sont les proportions de demandes totales pour chaque classe de téléservices et pour chaque combinaison d'attributs généraux (définissant un téléservice donné). Les valeurs indiquées sur chaque ligne s'ajoutent pour atteindre l'unité.

TABLEAU B-3/E.711

Demandes de structures d'appel

Classe de téléservices	Structure d'appel							
	1	2	3	.	.	.	.	.
1								
2								
. . .								
Total								

Remarque – Les éléments du tableau sont les taux auxquels chaque classe de téléservices engendre une demande pour chaque structure d'appel.

B.5 *Caractérisation des structures de connexion*

Chaque structure d'appel peut être desservie par une ou plusieurs structures de connexion. Une structure de connexion spécifique correspond à chaque ensemble dans lequel on trouve une valeur pour chaque attribut de service support applicable.

Il est nécessaire d'établir la ventilation indiquée dans le tableau B-4/E.711 entre les structures d'appel et les structures de connexion.

TABLEAU B-4/E.711

Ventilation des structures d'appel et des structures de connexion

Structure d'appel	Structure de connexion											
	Mode paquets								Mode circuits (canal B)			
	Sur canal D				Sur canal B							
	1	...	i	...	1	...	j	...	1	...	k	...
SA1												
...												
SAn												
Total												

Remarque 1 – Les valeurs du tableau sont les proportions de la nième structure d'appel desservie par les différentes structures de connexion.

Remarque 2 – Le total des colonnes donne le taux total pour chaque structure de connexion.

Remarque 3 – Les sommes obtenues sur les lignes peuvent être utiles pour déterminer les classes de priorité.

Les tableaux B-3/E.711 et B-4/E.711 permettent d'établir le tableau B-5/E.711.

TABLEAU B-5/E.711

Taux de demandes d'appel nécessitant une structure de connexion spécifique

Structures de connexion	Taux
SC1	
SC2	
. . .	
SCn	
Total	

Bibliographie

BONATTI (M.), GIACOBBO SCAVO (G.), ROVERI (A.), VERRI (L.): Terminal Exchange Access System for NB-ISDN, Key Issues for a Traffic Reference Model, *Proc. 12th ITC*, paper 4.1A.3, Turin, 1988.

Recommandation E.713

MODÈLES DE TRAFIC DU PLAN COMMANDE

1 Trafic du plan commande

Pour l'ingénierie du télétrafic, on suppose que la charge de trafic du plan commande est causée par des tentatives d'appel sur le réseau. Ces tentatives d'appel font partie de la structure d'appel décrite dans la Recommandation E.711.

La présente Recommandation envisage les charges de trafic aux trois couches inférieures des modèles de référence à 7 couches du CCITT (Recommandations I.310 et I.320) décrits pour le RNIS dans la Recommandation Q.931 et dans le système de signalisation n° 7.

Le trafic du plan commande dans un RNIS comprend tous les messages de commande acheminés sur le réseau, dont les types sont les suivants:

1) signaux pour tentatives d'appel par les usagers
   a) pour établir les trajets de connexion dans le plan usager (réservation des intervalles de temps pour les connexions à commutation de circuits ou commande pour les communications virtuelles des connexions à commutation par paquets);
   b) pour libérer les trajets de connexion dans le plan usager;
   c) le cas échéant, pour demander des services complémentaires de communication ou un changement de service par les usagers pendant la durée du transfert de l'information d'usager;
   d) pour acheminer, le cas échéant, l'information de taxation pendant le transfert de l'information d'usager,

2) messages d'information entre usagers [1].

Le trafic du plan commande résultant des messages entre usagers devant être étudié ultérieurement, la présente Recommandation concerne uniquement les signaux pour tentatives d'appel par les usagers.

Le trafic du plan commande emprunte deux types de canaux dans le réseau:

a) les canaux D à 16 kbit/s ou 64 kbit/s sur les accès usager, et

b) les canaux à 64 kbit/s du système de signalisation n° 7 qui relient deux points sémaphores.

2 Trafic sémaphore

Le trafic sémaphore de bout en bout dans le RNIS dépend du processus d'arrivée de la structure d'appel décrit dans la Recommandation E.711 et des protocoles de signalisation.

Les principes fondamentaux d'évaluation du trafic sémaphore sont décrits dans les Recommandations des séries I et Q concernant le nombre et la structure des signaux des canaux D et ceux du système de signalisation n° 7 pour chaque type de tentative d'appel. La totalité du trafic sémaphore se compose de ces signaux. Le nombre de signaux peut différer selon le type de tentative d'appel.

3 Evaluation du trafic sémaphore pour une tentative d'appel unique

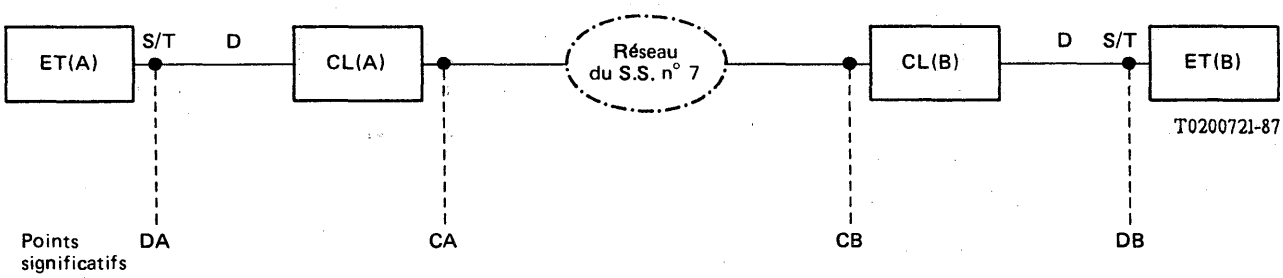
On considère à la figure 1/E.713 les éléments de réseau assurant le plan commande de la connexion de référence du RNIS décrite à la figure 1/E.701. Un point significatif est défini dans chaque section:

DA (canal D, côté de l'abonné A): interface S/T du côté de l'abonné A;

DB (canal D, côté de l'abonné B): interface S/T du côté de l'abonné B;

CA (canaux du système de signalisation n° 7, côté de l'abonné A): côté sortant du centre local CL (A);

CB (canaux du système de signalisation n° 7, côté de l'abonné B): côté entrant du centre local CL (B).



ET(A) Equipement terminal de départ
CL(A) Central local de départ
CL(B) Central local d'arrivée
ET(B) Equipement terminal d'arrivée
S.S. Système de signalisation

FIGURE 1/E.713

Points significatifs dans le plan commande

[1] L'analyse des messages d'information entre usagers acheminés dans le plan commande sera étudiée ultérieurement.

Le flux des messages de signalisation nécessaire à l'exécution des fonctions de commande pour une tentative d'appel peut être représenté par un diagramme de flux de tous les messages passant par les points significatifs du plan commande pour la tentative d'appel considérée. Le schéma de base d'un tel diagramme est reproduit à la figure 2/E.713. Les flèches représentent les signaux de la couche 2 au cours des trois phases de la connexion: établissement de la communication, transfert de l'information d'usager et libération de la communication.

L'annexe A donne un exemple de diagramme de flux des messages correspondant à l'aboutissement d'une tentative d'appel sur circuits commutés.

Le diagramme de flux des signaux est fondamental pour l'estimation du volume du trafic sémaphore résultant de la tentative d'appel en question au moyen de la connexion de référence. Le trafic sémaphore correspondant à une seule tentative d'appel dans une section donnée du plan commande associé à un point significatif peut être décrit par deux ensembles de paramètres:

1) le nombre total des signaux passant par le point significatif au cours des trois phases de connexion de la communication dans le sens A vers B et dans le sens B vers A, comme dans la figure 2/E.713;

2) la longueur de chaque type de signal passant par le point significatif dans le sens A vers B et dans le sens B vers A.

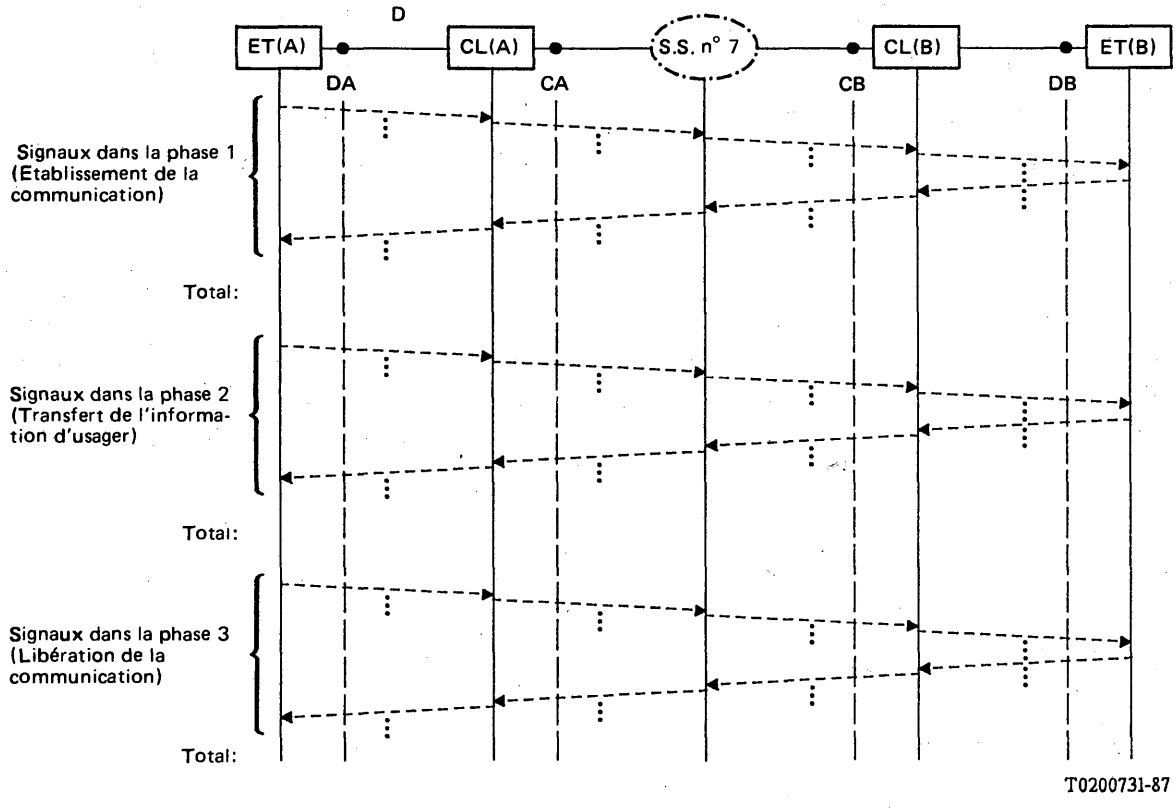


FIGURE 2/E.713

Schéma de base d'un diagramme de flux de signaux correspondant à une tentative d'appel pour la connexion de référence

4 Estimation du trafic sémaphore global

On détermine le nombre total de messages du plan commande sur une période de référence[2] en faisant la somme des messages causés par toutes les tentatives d'appel traitées dans le plan usager associé pendant la période de référence. En conséquence, l'estimation du nombre de messages est fondée sur l'estimation du nombre total et des types de tentatives d'appel dans le plan usager.

Afin d'estimer le nombre de messages, il faut choisir pour le trafic du plan usager un modèle de trafic fondé sur le nombre total de tentatives d'appel pendant la période de référence et sur leur répartition par type, par exemple, tentatives d'appel fructueuses ou infructueuses et celles qui aboutissent à une tonalité d'occupation.

La charge de trafic globale provoquée dans une section par les messages est donnée par le nombre total de bits passant par le point significatif.

Pour estimer cette charge de trafic, il faut multiplier la longueur de message d'un type donné de signal par le nombre des messages de chaque type transmis pendant la période de référence et totaliser les messages de tous types causés pendant la période de référence.

Etant donné que le nombre et la longueur des messages ne varient pas énormément pour la plupart des types de tentatives d'appel, il suffira au début que ce modèle de trafic tienne compte uniquement des types de tentatives d'appel les plus fréquents.

Le trafic sémaphore dans une section donnée du plan commande est caractérisé par:

a) la charge de trafic totale résultant des signaux de couche 2 et 3 pour chaque tentative d'appel;

b) la distribution des tentatives d'appel et des arrivées avec libération.

L'incidence de cette distribution sur les règles d'ingénierie du télétrafic résultant de la caractérisation complète du processus d'arrivée sera étudiée ultérieurement.

A partir de la figure 2/E.713, on peut évaluer la charge de trafic sémaphore à un point significatif.

Si au cours de la période de référence:

i est la phase d'appel,

j est le type de message,

$n_{ij}(u)$ est le nombre moyen de messages de type j dans la phase d'appel i dans le sens A vers B,

$n_{ij}(d)$ est le nombre moyen de messages de type j dans la phase d'appel i dans le sens B vers A,

l_j est la longueur du message X de type j,

T est le nombre total de types de messages,

$L(u)$ est la charge totale dans le sens A vers B,

$L(d)$ est la charge totale dans le sens B vers A,

nous avons:

$$L(u) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{T} l_j \times n_{ij}(u)$$

$$L(d) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{T} l_j \times n_{ij}(d)$$

La valeur de chaque $n_{ij}(u)$ et de chaque $n_{ij}(d)$ doit être determinée en fonction du nombre de tentatives d'appel et d'attributs d'appel dans le plan usager pendant la période de référence. On trouvera un exemple de cette procédure dans l'annexe A.

---

[2] La période de référence convenant au dimensionnement sera étudiée ultérieurement.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.713)

Exemple de procédure pour l'estimation du trafic sémaphore global sur un canal D

A.1 *Trafic sémaphore pour une tentative d'appel*

Une tentative d'appel de types suivants est considérée:

- tentative d'appel ayant abouti,
- connexion à commutation de circuits,
- transmission en bloc de l'information de numérotation,
- appel destiné à un terminal désigné,
- pas de signaux de commande additionnels pendant la phase de transfert de l'information,
- nécessité d'installer une liaison de données sur les canaux D pour l'établissement et la libération de la connexion,
- terminal à réponse manuelle.

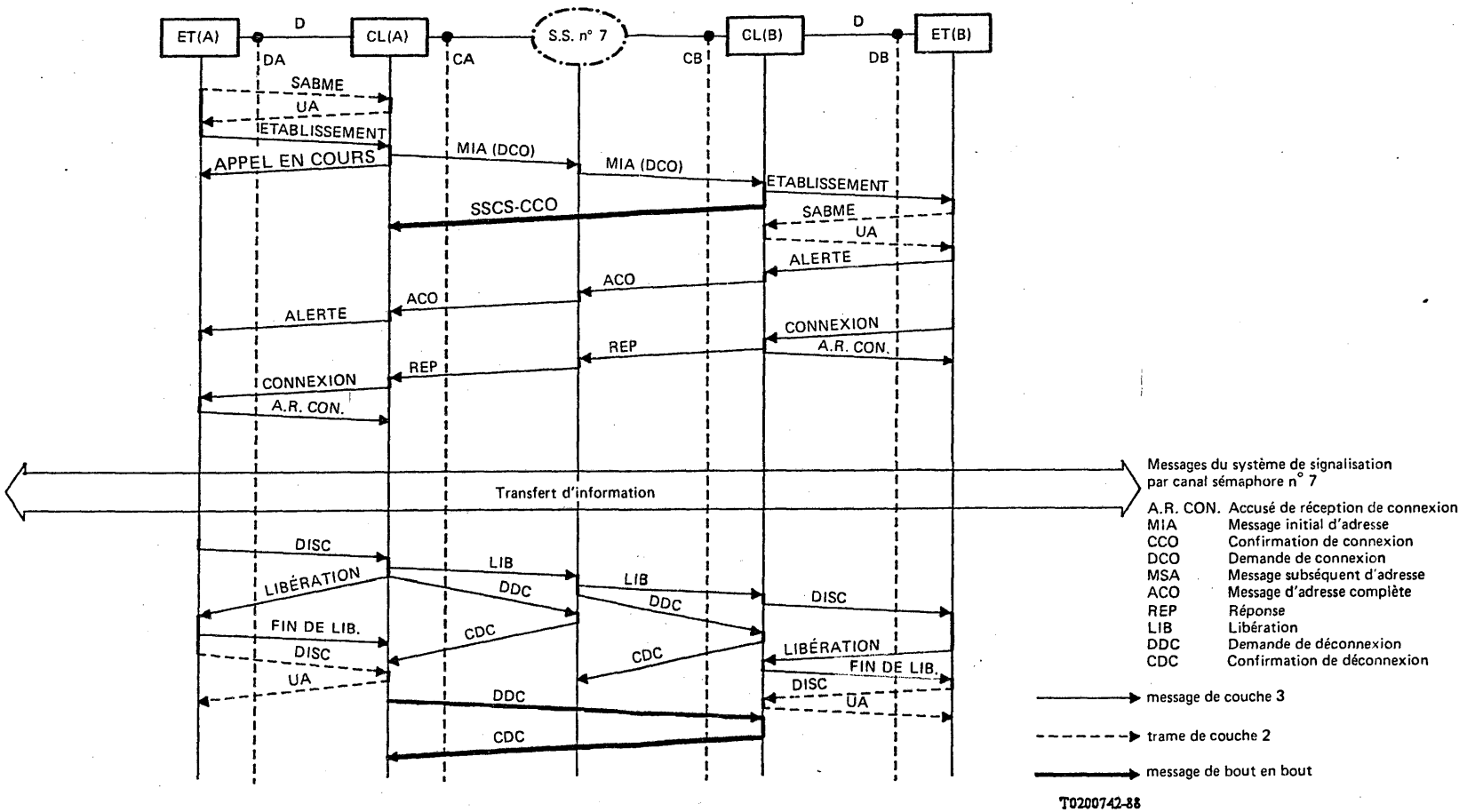
Le diagramme de flux de signaux pour ce type de tentative d'appel est représenté aux figures A-1/E.713 et A-2/E.713. Trois types de messages sont décrits à la figure A-1/E.713:

- messages de couche 3,
- messages de couche 2 pour l'établissement et la libération des liaisons de données,
- messages de bout en bout acheminés sur le réseau de signalisation par canal sémaphore n° 7.

La figure A-2/E.713 donne la répartition des signaux de canal D en signaux de couche 2 dans le cas de terminaux multiples du côté terminaison. La répartition des messages du système de signalisation par canal sémaphore n° 7 et la longueur totale des messages pour la tentative d'appel considérée seront étudiées ultérieurement.

A.2 *Trafic sémaphore pour quelques types additionnels de tentatives d'appel*

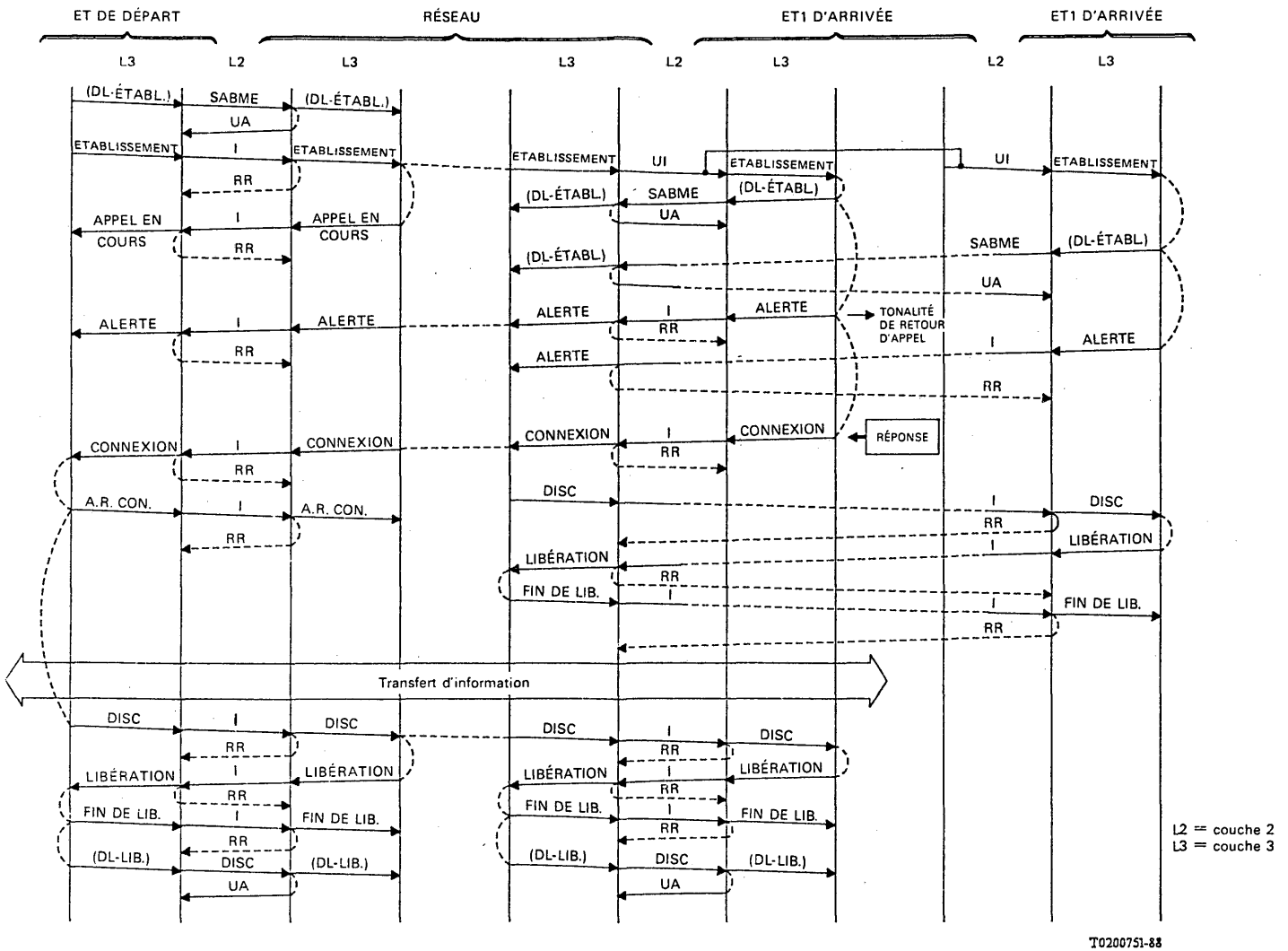
La question sera étudiée ultérieurement.



Remarque – Voir les Recommandations I.441 et I.451 pour l'explication des abréviations correspondant aux trames de couche 2 et aux messages de couche 3, appelés parfois signaux dans la présente Recommandation.

FIGURE A-1/E.713

Diagramme de flux des signaux pour une connexion à commutation de circuits avec transmission en bloc de l'information de numérotation (vers un terminal désigné)



Remarque – Voir les Recommandations I.441 et I.451 pour l'explication des abréviations correspondant aux trames de couche 2 et aux messages de couche 3, appelés parfois signaux dans la présente Recommandation.

FIGURE A-2/E.713

Diagramme de flux de messages
Exemple de la figure A-1/E.713 avec signaux de couche 2 sur les canaux D
et terminaux multiples du côté arrivée pour une tentative d'appel ayant abouti

NOTION DE QUALITÉ D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC DANS LE RNIS

1 Introduction

La présente Recommandation contient des considérations générales relatives à la notion de qualité d'écoulement du trafic dans le RNIS et des directives pour le choix des paramètres de qualité d'écoulement du trafic. Dans la présente série de Recommandations, le terme qualité d'écoulement du trafic désigne toujours les paramètres définis dans la Recommandation E.600.

Des paramètres de qualité d'écoulement du trafic du RNIS sont définis dans les autres Recommandations de la série E.720.

2 Notion de qualité d'écoulement du trafic

La qualité d'écoulement du trafic est définie comme un ensemble de paramètres d'ingénierie de trafic servant à mesurer l'efficacité des installations dans des conditions données; ces paramètres 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.

Les usagers des services de télécommunications peuvent faire l'expérience des effets des paramètres de qualité d'écoulement du trafic d'après leur perception d'événements tels que:

1) l'échec d'une demande d'appel ou le temps excessif pour satisfaire une demande d'appel;
2) l'échec d'une tentative d'appel ou le temps excessif pour faire aboutir une tentative d'appel;
3) l'échec d'une répétition automatique de tentative d'appel ou le temps excessif pour faire aboutir une répétition automatique de tentative d'appel.

Les événements mentionnés au point 1) sont toujours perçus par l'usager. Les événements mentionnés aux deux autres points peuvent être perçus par l'usager si l'équipement terminal est en mesure de transmettre l'information de signalisation à l'abonné appelant.

Dans les trois cas, l'aptitude à évaluer la qualité d'écoulement du trafic dépend de l'obtention d'indications distinctes relatives à l'abonné appelé et aux conditions du réseau.

La qualité d'écoulement du trafic peut se subdiviser en QET «usager», QET «réseau» et QET «composant du réseau», comme indiqué dans la figure 1/E.720. La QET «usager» est relative aux demandes d'appel d'usager. La QET «réseau» est relative à toutes les tentatives d'appel, y compris celles produites par les usagers et par les répétitions automatiques de tentative d'appel produites par les terminaux. La QET «composant du réseau» est relative aux tentatives de prise pour l'utilisation d'un composant spécifique du réseau, y compris celles provenant de tentatives d'appel et de reprises de procédure interne du réseau. Les paramètres relatifs à la QET «usager» et à la QET «composant du réseau» sont un sujet pour étude ultérieure.

La Recommandation E.721 définit les paramètres de qualité d'écoulement du trafic (QET «réseau») pour n'importe quelle tentative d'appel. Les autres Recommandations de la série E.720 définiront les autres paramètres QET. Celles de la série E.740 définiront les méthodes de mesure du trafic et les critères de surveillance de la qualité de fonctionnement.

Les effets de la qualité d'écoulement du trafic pour l'usager (QET «usager») et les autres effets indépendants du trafic perçus par l'usager contribuent à déterminer la qualité du service. Les paramètres QET réseau et leurs valeurs renseignent sur les aspects de la qualité du service relatifs au trafic.

3 Principes relatifs au choix des paramètres de qualité d'écoulement du trafic dans le RNIS

3.1 *Caractéristiques de trafic du RNIS*

Le RNIS a, par rapport aux réseaux spécialisés existants [réseau téléphonique public commuté (RTPC), réseau public de données à commutation de circuits (RPDCC), réseau public de données à commutation par paquets (RPDCP), etc. bien des caractéristiques différentes. Il convient de tenir compte des caractéristiques suivantes pour définir les paramètres de qualité d'écoulement du trafic dans le RNIS:

- le RNIS offre à une large gamme de services de télécommunications un accès intégré par l'intermédiaire d'un petit nombre d'interfaces normalisées usager-réseau;
- les services ont des profils de demande de trafic hétérogènes et des critères de fonctionnement différents;

- les courants de trafic engendrés par des demandes d'usagers souhaitant utiliser les services supports et les téléservices utilisent les ressources des couches 1, 2 et 3;
- la configuration et la mise en oeuvre d'un terminal d'usager et de son interface homme-machine peuvent varier d'un service à l'autre et d'un usager à l'autre;
- la signalisation hors bande et la facilité de commande des appels sont assurées dans le RNIS à partir des canaux D et du système de signalisation par canal sémaphore n° 7.

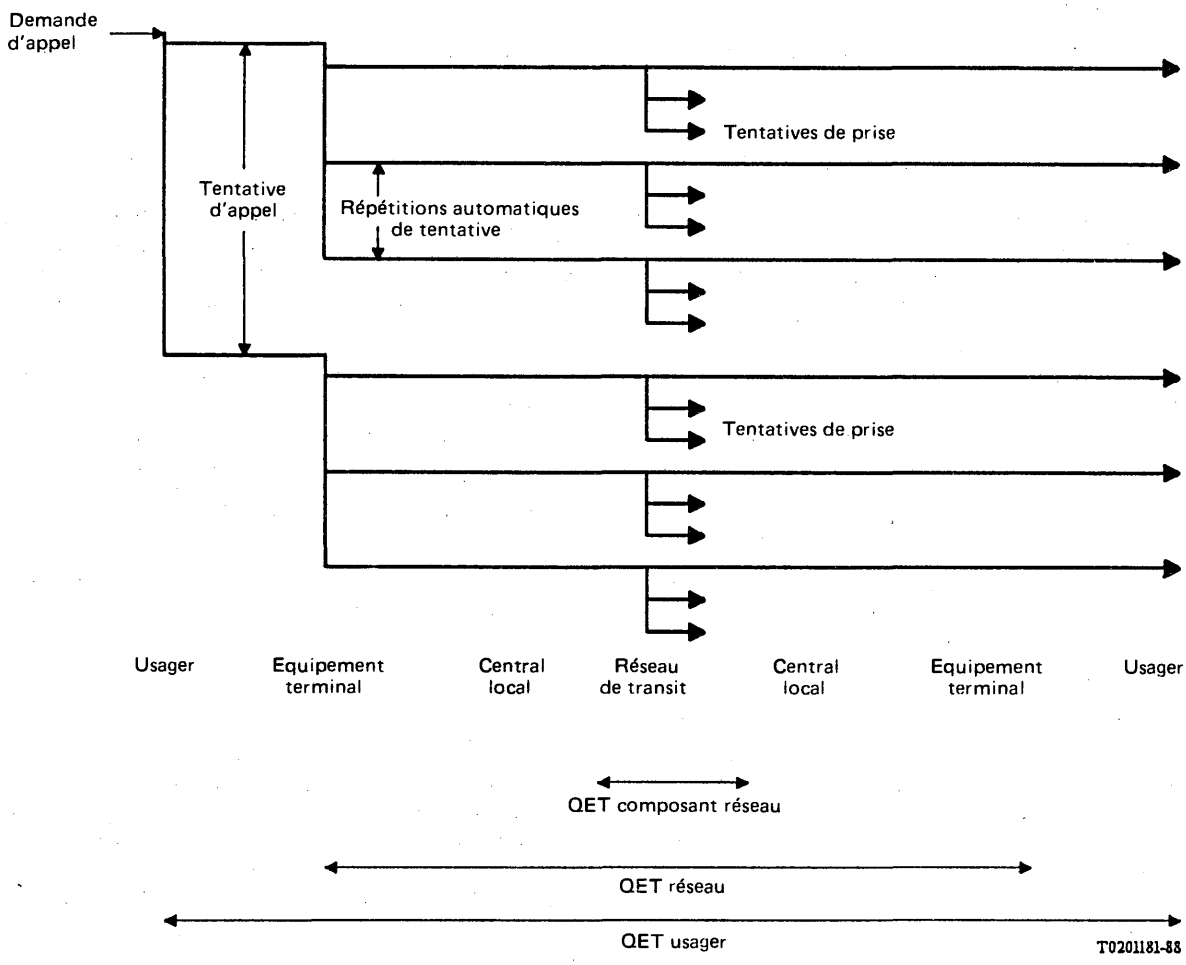


FIGURE 1/E.720

Notions de qualité d'écoulement du trafic (QET)

3.2 *Principes du choix des paramètres*

Les paramètres QET définis dans la série E.720 s'appliquent à la première phase du RNIS. Ces définitions peuvent être élargies ou des paramètres QET supplémentaires peuvent être adoptés pour tenir compte de l'évolution future de l'architecture et des services du RNIS. Compte tenu des caractéristiques susmentionnées, il est recommandé d'appliquer les principes suivants pour choisir les paramètres de qualité d'écoulement du trafic dans le RNIS:

i) un ensemble minimal de paramètres communs de qualité d'écoulement du trafic sont définis pour les tentatives d'appel sur les couches 1, 2 et 3. Ces tentatives appartenant à différents services peuvent ou non suivre les mêmes procédures de signalisation hors bande, d'établissement et de libération (voir la remarque);

ii) les paramètres de qualité d'écoulement du trafic doivent être définis et spécifiés de telle sorte que l'on puisse déterminer la qualité d'écoulement du trafic à des points de référence bien définis (points significatifs de trafic);

iii) les paramètres de qualité d'écoulement du trafic doivent être spécifiés en faisant référence à la charge de trafic au sens de la Recommandation E.500;

iv) les paramètres QET de blocage pourraient exiger à l'avenir un comptage des répétitions en raison de l'état du réseau; à l'heure actuelle, on se fonde sur des hypothèses relatives aux appels perdus libérés;

v) les paramètres de qualité d'écoulement du trafic relatifs à la phase de transfert d'information du plan usager seront étudiés ultérieurement.

Remarque – Pour évaluer la qualité de fonctionnement directement perçue par l'usager, il sera peut-être nécessaire de définir encore d'autres paramètres propres à l'équipement terminal de l'usager.

3.3 *Principes de normalisation de la qualité d'écoulement du trafic*

Ces principes de normalisation tiendront compte des normes actuelles appliquées aux services téléphoniques et aux services de données de sorte qu'il n'y ait pas de contraste trop violent pour un usager qui passe d'un réseau spécialisé au RNIS.

Recommandation E.721

PARAMÈTRES DE QUALITÉ D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC «USAGER» SUR LE RNIS

1 Introduction

La présente Recommandation propose des paramètres de qualité d'écoulement du trafic (QET) «réseau» pour les services en mode circuit et en mode paquet sur le RNIS, paramètres fondés sur la notion de qualité d'écoulement du trafic sur le RNIS et les directives concernant le choix des paramètres QET établis par la Recommandation E.720. On définit ces paramètres en supposant que le réseau et les composants du réseau sont entièrement opérationnels.

2 Services avec commutation de circuits

Dans les spécifications actuellement retenues pour le RNIS, l'établissement et la fin d'une communication pour tous les services avec commutation de circuits assurés sur le canal B (téléphonie, données, images) utiliseront les procédures de commande des appels hors bande définies par les protocoles de signalisation de la Recommandation Q.931 et du système de signalisation n° 7 (SSU RNIS). Par exemple, pour les paramètres QET relatifs aux phases d'établissement et de libération des appels, on peut recourir à un seul ensemble de paramètres pour tous les services avec commutation de circuits assurés par le RNIS.

Les quatre paramètres QET suivants sont recommandés pour les appels avec commutation de circuits sur le RNIS:

1) délai de présélection (transmission à recouvrement),
2) délai de postsélection,
3) délai de libération de l'appel, et
4) probabilité de blocage de bout en bout.

Ces paramètres QET sont définis ci-dessous. Les paramètres QET relatifs aux délais sont fondés sur les flux de messages prévus dans les protocoles de la Recommandation Q.931 et du système de signalisation n° 7 (SSU RNIS), comme le montre par exemple la figure A-1/E.713.

2.1 *Délai de présélection (transmission à recouvrement)*

Le **délai de présélection (transmission à recouvrement)** est défini comme l'intervalle de temps qui sépare l'instant où le message SABME est transmis par le terminal appelant au système de signalisation d'accès et celui où le message ACCUSÉ DE RÉCEPTION D'ÉTABLISSEMENT arrive au terminal appelant.

2.2 *Délai de postsélection*

Le **délai de postsélection** est défini comme l'intervalle de temps qui sépare le moment où le message INFO contenant le dernier chiffre de sélection (dans le cas de transmission à recouvrement ou du message ÉTABLISSEMENT s'il s'agit de transmission en bloc) est transmis par le terminal appelant au système de signalisation d'accès et celui où le premier message, indiquant la disposition prise pour l'appel, arrive au terminal appelant.

Remarque – Sur le RNIS, l'usager appelé peut choisir de retarder la transmission du signal ALERTE destiné à l'usager appelant. Ces délais imputables à l'abonné ne sont pas pris en compte dans la définition.

2.3 *Le délai de libération de l'appel*

Le **délai de libération de l'appel** est l'intervalle de temps qui sépare le moment où le message DÉCONNEXION est transmis vers le système de signalisation d'accès par le terminal de l'usager ayant terminé la communication et celui où le message LIBÉRATION arrive au même terminal (indiquant que le terminal est prêt à envoyer ou à recevoir un nouvel appel).

2.4 *Probabilité de blocage de bout en bout*

La **probabilité de blocage de bout en bout** est la probabilité qu'une tentative d'appel soit infructueuse par manque de ressources du réseau.

Remarque – Les ressources du réseau d'accès ne sont pas comprises dans cette définition.

3 Services avec commutation par paquets

L'usager d'un RNIS peut choisir entre deux types de services de données avec commutation par paquets. Le canal B fournit un accès par paquets à 64 kbit/s, le canal D pouvant également servir à fournir un accès pour données en mode paquet à 16 kbit/s (64 kbit/s en cas d'accès primaire). Pour les services avec commutation par paquets, les procédures actuelles de commande des appels sont fondées sur le protocole de la Recommandation X.25 (transmission dans la bande), sauf pendant l'établissement initial sur canal B ou D entre l'équipement terminal de traitement de données et le dispositif de traitement des paquets (TP). C'est ainsi qu'un certain nombre de messages seront échangés entre l'équipement terminal (ET) et le centre local (CL) sur le canal D au cours de la phase initiale d'établissement d'un appel avec commutation par paquets. Ces messages devront être complétés avec d'autres trafics sémaphores d'identificateur de point d'accès au service (IPAS), IPAS0 et de données, IPAS16 sur le canal D.

Les paramètres QET pour les spécifications actuelles des services en mode paquet sur le RNIS devront donc être fondés aussi bien sur la Recommandation Q.931 que sur les procédures de commande des appels du protocole de la Recommandation X.25.

Le choix et la définition des paramètres QET pour les services en mode paquet sur RNIS seront étudiés ultérieurement.

4 Valeurs cibles pour les paramètres QET

Les valeurs cibles seront spécifiées pour charges normales et élevées au sens des dispositions de la Recommandation E.500. Les valeurs cibles relatives aux délais seront spécifiées par les niveaux moyens ou en percentiles à la fois pour les charges normales et les charges élevées.

Les valeurs cibles effectives seront étudiées ultérieurement.

PARTIE III

Recommandations E.800 à E.880

QUALITÉ DE SERVICE; NOTIONS, MODÈLES, OBJECTIFS, PLANIFICATION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 1

TERMES ET DÉFINITIONS RELATIVES À LA QUALITÉ DES SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Recommandation E.800 [1]

VOCABULAIRE DE LA QUALITÉ DU SERVICE ET DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

SOMMAIRE

1 *Introduction*

2 *Recommandations connexes*

3 *Aptitudes*
- 3.1 Aptitudes relatives au service
- 3.2 Aptitudes relatives à l'entité

4 *Interruptions*

5 *Mesures des aptitudes*
- 5.1 Logistique de service
- 5.2 Facilité d'utilisation d'un service
- 5.3 Accessibilité d'un service
- 5.4 Continuabilité d'un service
- 5.5 Servibilité
- 5.6 Qualité de transmission

6 *Notions courantes*

Annexe A – Index alphabétique

1 Introduction [2]

Un ensemble cohérent de termes et de définitions est nécessaire aux nombreuses Commissions d'études chargées d'élaborer des Recommandations concernant les aspects importants de la *qualité du service* et de la *qualité technique du réseau.* La normalisation de la terminologie est également nécessaire pour aligner les travaux des différentes Commissions et éviter que les usagers des Recommandations soient confrontés à des termes et des définitions non concordantes. C'est pourquoi la présente Recommandation donne une liste sommaire de termes et de définitions relatifs aux notions de qualité des services de télécommunication et de *qualité technique du réseau.* Ces termes et définitions s'appliquent à tous les services de télécommunications et à tous les accords de réseau mis en œuvre pour assurer lesdits services.

---

[1] Anciennement Recommandation G.106 dans le fascicule III.1 du Livre rouge.

[2] Les termes soulignés et imprimés en italiques dans le texte apparaissent avec les définitions correspondantes dans le supplément n° 6 ou dans la Recommandation E.600.

Le diagramme de la figure 1/E.800 donne une vue d'ensemble des facteurs qui contribuent collectivement à la *qualité* globale *du service*, telle qu'elle est perçue par *les usagers* des services de télécommunication. Les termes employés sur le diagramme peuvent être considérés comme généralement applicables soit au niveaux de *qualité de service* réellement atteints dans la pratique, soit aux objectifs visés en la matière, soit aux conditions qui reflètent les spécifications nominales.

Ce même diagramme est également destiné à montrer qu'un facteur donné de qualité de service peut dépendre d'un certain nombre d'autres facteurs. Il est important de noter – bien que cela ne soit pas explicitement dit dans les définitions qui suivent – que la valeur d'une mesure caractéristique correspondant à un facteur particulier peut dépendre directement des valeurs correspondantes d'autres facteurs qui y contribuent. Chaque fois que l'on donne la valeur d'une mesure, il faut donc spécifier clairement toutes les conditions qui ont une influence sur cette valeur.

Un aspect essentiel de l'évaluation globale d'un service est l'opinion qu'en ont les usagers. Le résultat de cette évaluation traduit le degré de satisfaction de ces derniers. La présente Recommandation établit:

1) un cadre général relatif à la notion de *qualité de service*;
2) le rapport entre la *qualité de service* et la *qualité technique du réseau*;
3) un ensemble de mesures relatives aux caractéristiques de fonctionnement.

Il est évident qu'un service ne peut être utilisé que s'il est fourni, et il convient que le prestataire du service ait une connaissance détaillée de la qualité du service offert. Du point de vue du prestataire, la *qualité technique du réseau* est un concept qui traduit la manière dont les caractérstiques du réseau sont établies, mesurées et contrôlées pour atteindre un niveau satisfaisant de qualité de service. Les intérêts et les points de vue des usagers et des prestataires de services sont différents, et obligent habituellement à un compromis entre la qualité et le coût.

Lorsqu'il doit utiliser un *service*, l'*usager* distingue entre deux «corps» responsables:

1) la ou les «institutions», à savoir les Administrations de télécommunications, sociétés d'exploitation, etc., qui mettent à sa disposition les moyens et les installations permettant l'accès au *service* et son utilisation;
2) le «réseau», c'est-à-dire les moyens nécessaires (terminaux[3)], lignes, commutateurs, etc.) effectivement utilisés.

La contribution de l'institution à la *qualité du service* est caractérisée par une notion d'aptitude, à savoir la *logistique de service*, comme l'indique la figure 1/E.800.

La contribution du réseau à la *qualité du service* se caractérise par trois notions d'aptitude, à savoir:

- la *facilité d'utilisation*, c'est-à-dire la commodité avec laquelle un *service* peut être utilisé, et notamment en termes de caractéristiques des terminaux, de netteté des tonalités et des messages, etc;
- la *servibilité*, c'est-à-dire la mesure dans laquelle un *service* peut être obtenu – avec des tolérances déterminées et sous certaines conditions – lorsque l'*usager* le demande, et être fourni pendant la durée requise. La *servibilité* reflète par conséquent les *réactions* du réseau durant l'établissement d'une communication, pendant toute la durée de celle-ci et pendant sa *libération*;
- l'*intégrité*, c'est-à-dire la mesure dans laquelle un *service* une fois obtenu est fourni sans défauts excessifs. L'*intégrité de service* a donc essentiellement trait au niveau de reproduction du signal transmis à l'extrémité de réception;

La *servibilité* se subdivise à son tour en deux notions:

- l'*accessibilité*, c'est-à-dire la mesure dans laquelle un *service* peut être obtenu – avec des tolérances déterminées et sous certaines conditions – lorsque l'*usager* le demande. Cette notion en recouvre elle-même deux autres: 1) l'*accessibilité du réseau*, c'est-à-dire l'aptitude de l'usager à avoir accès au réseau pour une demande de service, et 2) l'*accessibilité de connexion*, qui est l'aptitude du réseau à fournir à l'usager une connexion satisfaisante pour la destination voulue;
- la *continuabilité*, c'est-à-dire la mesure dans laquelle le *service*, une fois obtenu, continue d'être assuré dans des conditions données pour une période de temps demandée. Autrement dit, la *continuabilité* porte à la fois sur le maintien proprement dit des *connexions* et sur leur *libération* (retrait) au moment souhaité par l'*usager*.

La *servibilité* se décompose à son tour en *traficabilité* en *sûreté de fonctionnement* et en *caractéristiques de propagation*, comme indiqué à la figure 1/E.800. La *traficabilité* se décrit en des termes qui sont propres à l'ingénierie du télétrafic (voir la Recommandation E.600). Les *mesures* utilisées sont exprimées en termes de pertes et de délais d'attente. La sûreté de fonctionnement est un concept dans lequel interviennent à la fois la disponibilité, la fiabilité, la maintenabilité et la logistique de maintenance, et qui reflète la capacité d'une *entité* à être en mesure d'assurer une *fonction requise* (voir le supplément n° 6). Quant aux *caractéristiques de propagation*, elles correspondent à la capacité du moyen de transmission à transmettre le signal dans les limites de tolérances préalablement définies.

[3)] Dans certains pays, les terminaux ne font pas partie du réseau et sont, dans certains cas, fournis par l'usager lui-même.

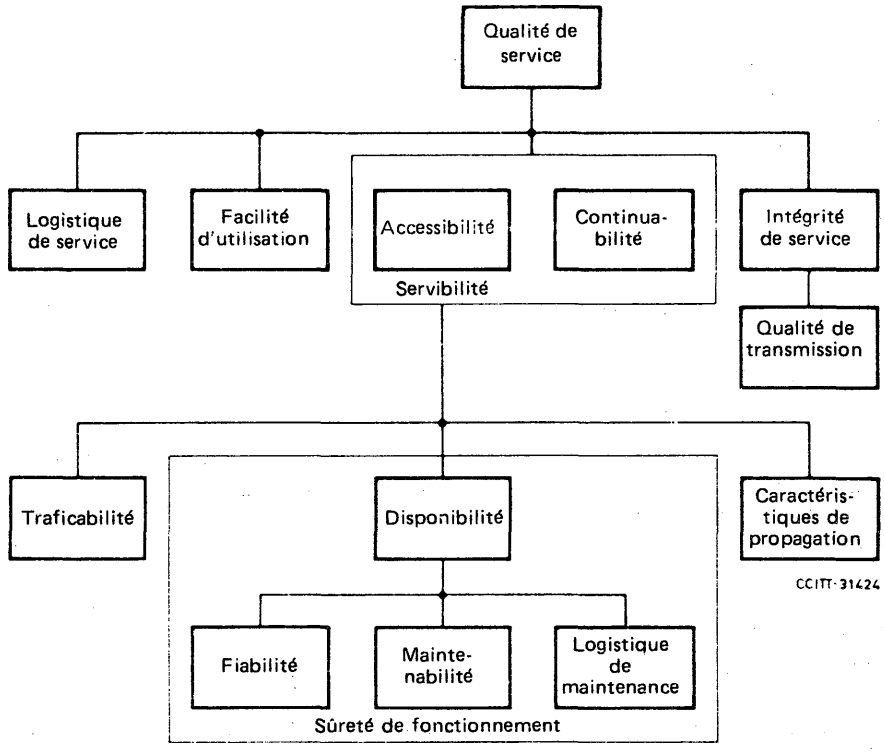


FIGURE 1/E.800

Notions d'aptitude

Les mesures liées à tous les aspects susmentionnés peuvent porter sur un instant (mesures instantanées) ou être exprimées en valeurs moyennes sur un intervalle de temps. Ces qualificateurs et les autres qualificateurs recommandés (modificateurs de mesure) figurent dans le supplément n° 6.

Par ailleurs, le supplément n° 6 contient les expressions et les définitions statistiques qu'il est recommandé d'utiliser dans l'application des mesures liées à tous les aspects du fonctionnement.

Alors que la sûreté de fonctionnement est utilisée seulement à titre de description générale en termes non quantitatifs, la véritable quantification se fait par rapport à la disponibilité, à la fiabilité, à la maintenabilité et à la logistique de maintenance.

On trouve la majeure partie des mesures liées à la sûreté de fonctionnement dans la partie I du supplément n° 6. Les propriétés caractérisées par ces mesures affectent les mesures liées à la qualité de service et à la qualité technique du réseau et, partant, elles caractérisent implicitement ces aspects.

Les mesures sont liées à des événements (dérangement, rétablissement, etc.), à des états (panne, état de disponibilité, interruption, etc.) ou à des activités (par exemple, maintenance) et à la durée de ces événements, états ou activités.

La partie I du supplément n° 6 spécifie les durées, les événements, les états et les activités de maintenance.

2 Recommandations et suppléments connexes

Recommandation E.600: Termes et définitions de l'ingénierie du trafic

Supplément n° 6: Termes et définitions pour les études sur la qualité de service, la qualité technique du réseau, la sûreté de fonctionnement et la traficabilité.

3 Aptitudes

3.1 *Aptitudes relatives au service*

3101 qualité de service

E: quality of service

S: calidad de servicio

Effet global produit par les caractéristiques d'un *service* fourni à un *usager* qui déterminent le degré de satisfaction que cet usager retire du *service.*

Remarque 1 – La *qualité d'un service* est caractérisée par l'effet conjugué des notions suivantes: *logistique de service, facilité d'utilisation du service, servibilité, intégrité du service* et d'autres facteurs propres à chaque *service.*

Remarque 2 – L'expression «qualité de service» ne désigne pas un degré d'excellence dans un sens comparatif, pas plus qu'elle n'est à prendre dans un sens quantitatif aux fins d'évaluations techniques. Pour de tels cas, il y a lieu d'y adjoindre un épithète modificatif.

3102 servibilité (d'un service)

E: serveability performance

S: servibilidad (de un servicio)

Aptitude d'un *service* à être obtenu à la demande d'un *usager* et à continuer d'être fourni pendant la *durée* voulue, avec des tolérances spécifiées et dans des conditions données.

Remarque – La *servibilité* peut être subdivisée en l'*accessibilité* et la *continuabilité* de ce *service.*

3103 accessibilité (d'un service)

E: service accessibility performance

S: accesibilidad (de un servicio)

Aptitude d'un *service* à être obtenu avec des tolérances spécifiées et dans des conditions données, à la demande d'un *usager.*

Remarque 1 – L'*accessibilité* tient en compte des tolérances de transmission et des aspects combinés de la *traficabilité,* de la *disponibilité* du système associé et des *caractéristiques de propagation.*

Remarque 2 – Le terme *accessibilité* est aussi employé en français comme *caractéristique* de cette aptitude.

3104 continuabilité (d'un service)

E: service retainability performance

S: retenibilidad (de un servicio)

Aptitude d'un *service,* une fois obtenu, à continuer d'être fourni dans des conditions données pendant la *durée* voulue.

Remarque 1 – En général, la continuabilité dépend des *tolérances de transmission,* des *caractéristiques de propagation* et de la fiabilité des systèmes associés. Pour certains services, par exemple avec commutation par paquets, la continuabilité dépend aussi de la *traficabilité* et de la *disponibilité* des systèmes associés.

Remarque 2 – Le terme *continuabilité* est aussi employé en français comme *caractéristique* de cette aptitude.

3105 logistique de service

E: service support performance

S: logística del servicio

Aptitude d'une organisation à fournir un *service* et à faciliter l'utilisation de ce *service.*

Remarque – Un exemple de *logistique de service* est l'aptitude d'une organisation à fournir un service de base ou des services supplémentaires tels que le service d'appel en instance ou le service renseignements concernant les listes d'abonnés.

3106 **facilité d'utilisation (d'un service)**

E: service operability performance

S: facilidad de utilización (de un servicio)

Aptitude d'un *service* à être utilisé de façon satisfaisante et aisée par un *usager.*

3107 **intégrité de service**

E: service integrity

S: integridad del servicio

Mesure dans laquelle un *service* est fourni sans dégradations excessives, une fois ce *service* obtenu.

Remarque – L'*intégrité de service* est caractérisée par la *qualité de transmission* du système utilisé.

3108 **qualité de transmission**

E: transmission performance

S: calidad de transmisión

Degré plus ou moins élevé de reproduction du signal offert à un système de télécommunications, dans des conditions données, lorsque ce système est *disponible.*

3.2 *Aptitudes relatives à l'entité*

3201 **qualité technique du réseau**

E: network (performance)

S: calidad de funcionamiento de la red

Aptitude d'un réseau ou d'un élément de réseau à assurer les fonctions liées à des *communications* entre *usagers.*

Remarque 1 – La qualité technique du réseau contribue à la *servibilité* et à l'*intégrité de service* (voir la figure 2/E.800).

Remarque 2 – Les mesures de la qualité technique de réseau intéressent les prestataires de service et sont quantifiables aux limites des éléments de réseau auxquelles elles s'appliquent. Les mesures de qualité de service sont seulement quantifiables à un point d'accès au service.

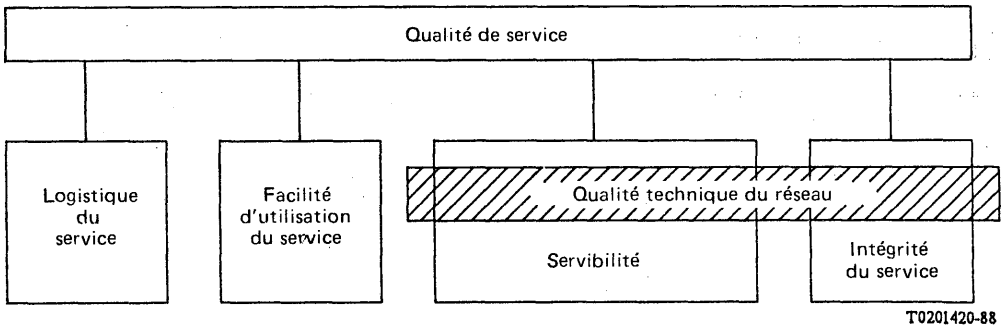


FIGURE 2/E.800

Rapport entre qualité de service et qualité technique du réseau

3202 **traficabilité ; capacité d'écoulement du trafic**

E: trafficability performance

S: aptitud para cursar tráfico

Aptitude d'une *entité* à répondre à une demande de trafic de taille et autres caractéristiques données, pour un état interne donné de l'*entité*.

Remarque – Un état interne donné d'une entité caractérise, par exemple, une combinaison de parties de l'entité en *panne* ou non.

3203 **capacité ; capabilité (d'une entité)**

E: capability

S: capacidad

Aptitude d'une *entité* à répondre à une demande de service de taille donnée pour un état interne donné de l'*entité*.

Remarque 1 – Un état interne donné d'une entité caractérise, par exemple, une combinaison de parties de l'entité en *panne* ou non.

Remarque 2 – La *capacité* est aussi la *traficabilité*.

3204 **caractéristiques de propagation**

E: propagation performance

S: característica de propagación

Aptitude d'un milieu de propagation, dans lequel une onde se propage sans guide artificiel, à transmettre un signal avec des tolérances données.

Remarque – Les tolérances données peuvent s'appliquer à des variations du niveau du signal, du bruit, des niveaux de brouillage, etc.

3205 **efficacité**

E: effectiveness (performance)

S: efectividad

Aptitude d'une *entité* à répondre à une demande de service de taille donnée.

Remarque – L'*efficacité* dépend de la *capacité* et de la *disponibilité* de l'*entité*.

4 Interruptions

4101 **interruption ; coupure (d'un service)**

E: interruption; break (of service)

S: interrupción (de un servicio); corte (de un servicio)

Inaptitude temporaire d'un *service* à être fourni, dont la *durée* est supérieure à un minimum donné, caractérisée par un changement au-delà de limites fixées d'au moins une caractéristique essentielle au *service*.

Remarque 1 – Une *interruption* d'un *service* peut être due à un *état d'incapacité* des *entités* utilisées pour le *service* ou à des causes extérieures telles qu'une trop forte demande.

Remarque 2 – Une *interruption* d'un service est en général une *interruption* qui peut être caractérisée par une valeur anormale du niveau du signal, du niveau de bruit, de la distorsion du signal, du taux d'*erreur*, etc.

4102 **temps entre interruptions**

E: time between interruptions

S: tiempo entre interrupciones

Durée entre la fin d'une *interruption* de service et le début de la suivante.

4103 **durée d'interruption**

E: interruption duration

S: duración de interrupción

Durée d'une *interruption* de service.

4104 **durée moyenne entre interruptions (DMEI)**

E: mean time between interruptions (MTBI)

S: tiempo medio entre interrupciones

Espérance mathématique du *temps entre interruptions* de service.

4105 **durée moyenne d'une interruption (DMI)**

E: mean interruption duration (MID)

S: duración media de una interrupción

Espérance mathématique de la *durée d'une interruption* de service.

5 Mesures des aptitudes

5.1 *Logistique de service*

5101 **délai moyen pour la fourniture d'un service**

E: mean service provisioning time

S: tiempo medio de espera (para la prestación de un servicio)

Espérance mathématique de la *durée* entre l'*instant* où un *usager* potentiel demande à une organisation la fourniture des moyens nécessaires pour bénéficier d'un *service* et l'*instant* où ces moyens lui sont fournis.

5102 **probabilité d'erreur de facturation**

E: billing error probability

S: probabilidad de error de facturación

Probabilité d'une *erreur* dans la facturation d'un *usager* pour un *service.*

5103 **probabilité de taxation erronée**

E: incorrect charging or accounting probability

S: probabilidad de tarificación o de contabilidad incorrectas

Probabilité, pour des *tentatives d'appels*, d'être sous-taxées ou sur-taxées.

5104 **probabilité de sous-taxation**

E: undercharging probability

S: probabilidad de subtarificación

Probabilité, pour des *appels ayant abouti*, d'être sous-taxés pour une raison quelconque.

5105 **probabilité de surtaxation**

E: overcharging probability

S: probabilidad de sobretarificación

Probabilité, pour un *appel ayant abouti*, d'être surtaxé pour une raison quelconque.

5106 **(probabilité de) justesse de facturation**

E: billing integrity (probability)

S: integridad de la facturación (probabilidad de)

Probabilité, pour une information de facturation présentée à un *usager*, de refléter correctement le type, la destination et la durée de la *communication.*

5.2 *Facilité d'utilisation d'un service*

5201 **probabilité d'erreur d'un usager**

E: service user mistake probability

S: probabilidad de error de un usuario (de un servicio)

Probabilité pour qu'un *usager* commette une *erreur* au cours d'une tentative d'accès à un *service.*

5202 **probabilité d'erreur de numérotation**

E: dialling mistake probability

S: probabilidad de error de marcación

Probabilité pour qu'un *usager* d'un réseau de télécommunications commette une *erreur* de numérotation au cours d'une *tentative d'appel.*

5203 **probabilité d'abandon (d'accès à un service par un usager)**

E: service user abandonment probability

S: probabilidad de abandono de un servicio por un usuario

Probabilité pour qu'un *usager* abandonne une tentative d'accès à un *service.*

Remarque – Les abandons peuvent être dus, par exemple, à un taux excessif d'erreurs commises par l'usager ou à une durée d'attente excessive.

5204 **probabilité d'abandon (d'une tentative d'appel)**

E: call abandonment probability

S: probabilidad de abandono de una tentativa de llamada

Probabilité qu'un *usager* d'un réseau de télécommunications abandonne une *tentative d'appel.*

5.3 *Accessibilité d'un service*

5301 **accessibilité (d'un service)**

E: service accessibility; service access probability

S: accesibilidad de un servicio; probabilidad de acceso a un servicio

Probabilité pour qu'un *service* soit obtenu avec des tolérances spécifiées et dans des conditions d'exploitation données, à la demande d'un *usager.*

Remarque – Le terme *accessibilité* est aussi employé en français pour désigner l'aptitude caractérisée par cette *probabilité.*

5302 **durée moyenne d'accès**

E: mean service access delay

S: retardo medio de acceso a un servicio; demora media de acceso a un servicio

Espérance mathématique de la *durée* entre la première *tentative* effectuée par un *usager* pour obtenir un *service* et l'*instant* où l'*usager* a obtenu ce *service* avec des tolérances spécifiées et dans des conditions d'exploitation données.

5303 **accessibilité (d'un réseau)**

E: network accessibility

S: accesibilidad (de una red)

Probabilité pour que l'*usager* d'un *service* reçoive, sur sa demande, le signal d'invitation à numéroter, dans des conditions déterminées.

Remarque – Le signal d'invitation à numéroter est celui qui invite l'*usager* à composer le numéro de la *destination* voulue.

5304 **accessibilité**

E: connection accessibility

S: accesibilidad de una conexión

Probabilité pour qu'une chaîne de *connexion* puisse être établie avec des tolérances spécifiées et dans des conditions données, après réception au central d'un code correct.

5305 **durée moyenne d'accès**

E: mean access delay

S: retardo medio de acceso; demora media de acceso

Espérance mathématique de la *durée* entre la première *tentative d'appel* effectuée par un *usager* d'un réseau de télécommunications pour obtenir un autre *usager* ou un *service* et l'*instant* où l'*usager* a obtenu cet *usager* ou ce *service*, avec des tolérances spécifiées et dans des conditions d'exploitation données.

5306 **quantile-p de la durée d'accès**

E: p-fractile access delay

S: cuantil-p del retardo de acceso; cuantil-p de la demora de acceso

Quantile d'ordre p de la *durée* entre la *première tentative d'appel* effectuée par un *usager* d'un réseau de télécommunications pour obtenir un autre *usager* ou un *service* et l'*instant* où l'*usager* a obtenu cet *usager* ou ce *service*, avec des tolérances spécifiées et dans des conditions d'exploitation données.

5307 **accessibilité d'une communication à établir**

E: accessibility of a connection to be established

S: accesibilidad de una conexión por establecer

Probabilité pour qu'une *communication* puisse être établie par commutation dans les limites de tolérance spécifiées pour la transmission, jusqu'à *destination* correcte, dans un *intervalle de temps* donné après que le numéro a été demandé par l'*usager*.

Remarque 1 – Dans le cas des communications demandées en service automatique, elle pourrait exprimer la *probabilité* d'établissement dès la première tentative. Dans le cas des communications demandées en service manuel ou semi-automatique, elle pourrait représenter la *probabilité* pour qu'une *communication* satisfaisante soit établie dans une durée donnée.

Remarque 2 – En règle générale, les tolérances devraient correspondre à une valeur de réduction de la *qualité de transmission* telle que la communication ne soit pas satisfaisante pour le *service* (par exemple, telle qu'un pourcentage notable d'*usagers* refuse d'utiliser la *communication*).

5308 **probabilité d'une transmission inacceptable**

E: unacceptable transmission probability

S: probabilidad de transmisión inaceptable

Probabilité pour qu'une *communication* soit établie avec une qualité de transmission inacceptable.

5309 **probabilité de non tonalité**

E: no tone probability

S: probabilidad de ausencia de tono

Probabilité pour qu'une *tentative d'appel* ne reçoive aucune tonalité après réception au central d'un code de validité.

5310 **probabilité d'acheminement erroné**

E: misrouting probability

S: probabilidad de encaminamiento erróneo

Probabilité pour qu'une *tentative d'appel* soit mal acheminée après réception au central d'un code de validité.

5.4 *Continuabilité d'un service*

5401 **continuabilité (d'un service)**

E: service retainability

S: retenibilidad (de un servicio)

Probabilité pour qu'un *service*, une fois obtenu, continue d'être fourni dans des conditions données et pendant une *durée* donnée.

Remarque – Le terme *continuabilité* est aussi employé en français pour désigner l'aptitude mesurée par cette *probabilité.*

5402 **continuabilité (d'une chaîne de connexion)**

E: connection retainability

S: retenibilidad (de una conexión)

Probabilité pour qu'une chaîne de *connexion*, une fois établie, continue d'être utilisable pour une *communication*, dans des conditions données et pendant une *durée* donnée.

5403 **continuabilité d'une communication établie**

E: retainability of an established connection

S: retenibilidad de una conexión establecida

Probabilité pour qu'une *communication*, une fois établie par commutation, fonctionne dans les limites de tolérances spécifiées pour la transmission sans subir *d'interruption* pendant un *intervalle de temps* donné.

5404 **probabilité de libération prématurée**

E: premature release probability; cut-off call probability

S: probabilidad de liberación prematura; probabilidad de corte de una llamada

Probabilité pour qu'une *communication* déjà établie se libère autrement que par une action volontaire de l'une des parties impliquées dans l'appel.

5405 **probabilité de non-libération**

E: release failure probability

S: probabilidad de fallo de liberación

Probabilité pour que la *libération* requise d'une *communication* ne soit pas effectuée.

5.5 *Servibilité*

5501 **probabilité d'exécution correcte du service**

E: probability of successful service completion

S: probabilidad de prestación satisfactoria de un servicio

Probabilité d'établissement d'une *communication* dans des conditions d'exploitation satisfaisantes, et de maintien de cette communication pendant un *intervalle de temps* donné.

5.6 *Qualité de transmission*

5601 **taux d'erreur sur les bits (TEB)**

E: bit error ratio (BER)

S: tasa de errores en los bits; tasa de error en los bits (TEB)

Rapport du nombre d'erreurs sur les bits au nombre total de bits transmis pendant un intervalle de temps donné.

5602 **secondes sans erreur (SSE)**

E: error free seconds (EFS)

S: segundos sin error (SSE)

Rapport du nombre d'intervalles d'une seconde pendant lesquels il n'est reçu aucun bit erroné au nombre total d'intervalles d'une seconde que compte l'intervalle de temps donné.

Remarque 1 – La durée de l'*intervalle de temps* doit être spécifiée.

Remarque 2 – On exprime habituellement ce rapport en pourcentage.

6 Notions courantes

Les notions suivantes sont utilisées dans les définitions de la présente Recommandation. D'autres notions, telles que la probabilité, la mesure, l'état de disponibilité, l'état d'incapacité, la durée, l'usager et la communication, sont décrites dans la Recommandation E.600 et le supplément n° 6.

6001 **service**

E: service

S: servicio

Ensemble de fonctions offertes à un *usager* par une organisation.

6002 **entité ; individu**

E: item; entity

S: elemento; entidad; ítem

Tout élément, dispositif, sous-système, unité fonctionnelle, équipement ou système que l'on peut considérer individuellement.

Remarque 1 – Une *entité* peut être constituée de matériel, de logiciel, ou des deux à la fois, et peut aussi comprendre du personnel, par exemple les opératrices d'un système téléphonique manuel.

Remarque 2 – Le terme français *entité* remplace le terme *dispositif* employé précédemment dans ce sens, parce que ce dernier terme a un autre sens usuel, équivalent au terme anglais «device».

Remarque 3 – Le terme français *individu* est employé principalement en statistique.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.800)

Liste alphabétique des définitions contenues dans cette Recommandation

3103 accessibilité (d'un service) (aptitude)

5301 accessibilité (d'un service) (caractéristique)

5303 accessibilité (d'un réseau)

5304 accessibilité (dans un réseau de télécommunications) (caractéristique)

5307 accessibilité d'une communication à établir

3203 capabilité (d'une entité)

3203 capacité

3202 capacité d'écoulement du trafic

3204 caractéristiques de propagation

3104 continuabilité (d'un service) (aptitude)

5401 continuabilité (d'un service) (caractéristique)

5402 continuabilité (d'une chaîne de connexion) (caractéristique)

5403 continuabilité d'une communication établie

4101 coupure (d'un service)

5101 délai moyen pour la fourniture d'un service

4103 durée d'interruption

5302 durée moyenne d'accès

5305 durée moyenne d'accès (dans un réseau de télécommunications)

4105 durée moyenne d'une interruption (DMI)

4104 durée moyenne entre interruptions (DMEI)

3205 efficacité

6002 entité

3106 facilité d'utilisation (d'un service)

6002 individu

3107 intégrité de service

4101 interruption

5106 justesse de facturation (probabilité de)

3105 logistique de service

5203 probabilité d'abandon (d'accès à un service par un usager)

5204 probabilité d'abandon (d'une tentative d'appel)

5310 probabilité d'acheminement erroné

5201 probabilité d'erreur d'un usager

5102 probabilité d'erreur de facturation

5202 probabilité d'erreur de numérotation

5501 probabilité d'exécution correcte du service

5404 probabilité de libération prématurée

5405 probabilité de non-libération

5309 probabilité de non-tonalité

5104 probabilité de sous-taxation

5105 probabilité de surtaxation

5103 probabilité de taxation erronée

5308 probabilité d'une transmission inacceptable

3101 qualité de service

3108 qualité de transmission

3201 qualité technique du réseau

5306 quantile-p de la durée d'accès (dans un réseau de télécommunications)

5602 secondes sans erreur (SSE)

3102 servibilité (d'un service)

6001 service

5601 taux d'erreur sur les bits (TEB)

4102 temps entre interruptions

3202 traficabilité

SECTION 2

MODÈLES POUR DES SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Recommandation E.810

MODÈLE POUR LA SERVIBILITÉ LORS D'UNE COMMUNICATION DE BASE SUR LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE[1]

Introduction

La présente Recommandation[2] fait partie de l'ensemble de Recommandations étroitement liées ayant trait à l'accessibilité et à la continuabilité des services téléphoniques mentionnées ci-dessous.

Le CCITT,

considérant

(a) que l'on souhaite définir des objectifs généraux de la qualité de service telle qu'elle est perçue par les usagers;

(b) que ces objectifs seront applicables à la conception, à la planification, à l'exploitation et à la maintenance des réseaux de télécommunications et de leurs éléments; et

(c) que la Recommandation E.800 contient les termes et définitions concernant la qualité de service, la fiabilité et la disponibilité ainsi que les caractéristiques connexes des services et des réseaux,

recommande

que le modèle de communication téléphonique de base décrit dans la présente Recommandation soit utilisé par les Administrations pour la conception, la planification, l'exploitation et la maintenance de leurs réseaux, en tenant compte des objectifs indiqués dans les Recommandations:

E.830 Modèles pour la répartition des objectifs de continuabilité, accessibilité et intégrité des communications téléphoniques internationales.

E.845 Objectif d'accessibilité de la communication pour le service téléphonique international

E.850 Objectif de continuabilité de la communication pour le service téléphonique international.

Remarque – Voir également le projet de Recommandation sur les objectifs en matière d'interruption examiné dans le cadre de la Question 39/II.

---

[1] Bien que la présente Recommandation traite du service téléphonique, en principe le modèle et la décomposition de la servibilité peuvent s'appliquer également à d'autres services de télécommunications. L'élaboration de ce principe est réservée pour étude ultérieure.

[2] Certains des termes utilisés dans la présente Recommandation comme «mesure» sont employés conformément à la définition qu'en donne la Recommandation E.800.

1 Modèle pour une communication téléphonique de base et sa servibilité

Le modèle simplifié reproduit ci-après montre les principales phases d'une communication téléphonique de base. Il expose aussi comment ces phases sont liées aux concepts d'aptitude associés et aux principales mesures correspondantes ainsi que les causes majeures d'échec de l'établissement et du maintien d'une telle communication et de sa facturation.

Ce modèle indique en outre à quel niveau, dans cette série de phases, les interventions ou erreurs de l'usager peuvent avoir un effet sur la communication.

2 Observations concernant le modèle et ses applications

2.1 *Etablissement de modèles mathématiques*

Pour un cas simple d'indépendance statistique, les probabilités peuvent être associées pour donner les modèles mathématiques suivants:

$$P = (P_{11} \cdot P_{12}) \cdot P_2 \cdot (P_{31} \cdot P_{32}) \cdot P_4$$

qui exprime la probabilité d'une communication génératrice de recettes, correctement facturée.

$$P = (P_{11} \cdot P_{12}) \cdot P_2 \cdot (P_{31} \cdot P_{32})$$

qui exprime la probabilité d'une communication menée à son terme.

2.2 *Facteur contribuant à l'échec des communications*

Il est également admis que les diverses parties d'un réseau national ou international peuvent contribuer différemment au déroulement satisfaisant des différentes phases d'une communication. Par exemple, l'accessibilité du réseau dépend principalement de l'appareil téléphonique, de la ligne d'abonné et du central local tandis que l'accessibilité de la communication dépend des centraux, du réseau de transmission et du réseau de signalisation; l'exactitude de la facturation dépend des installations de taxation utilisées par les portions du réseau qui constituent la communication et de l'équipement de traitement des données de facturation, etc. Dans certaines Administrations, l'appareil téléphonique n'est pas considéré comme faisant partie du réseau et dans ce cas, il n'est pas inclus dans la notion de qualité technique du réseau.

2.3 *Aspect temporel des mesures*

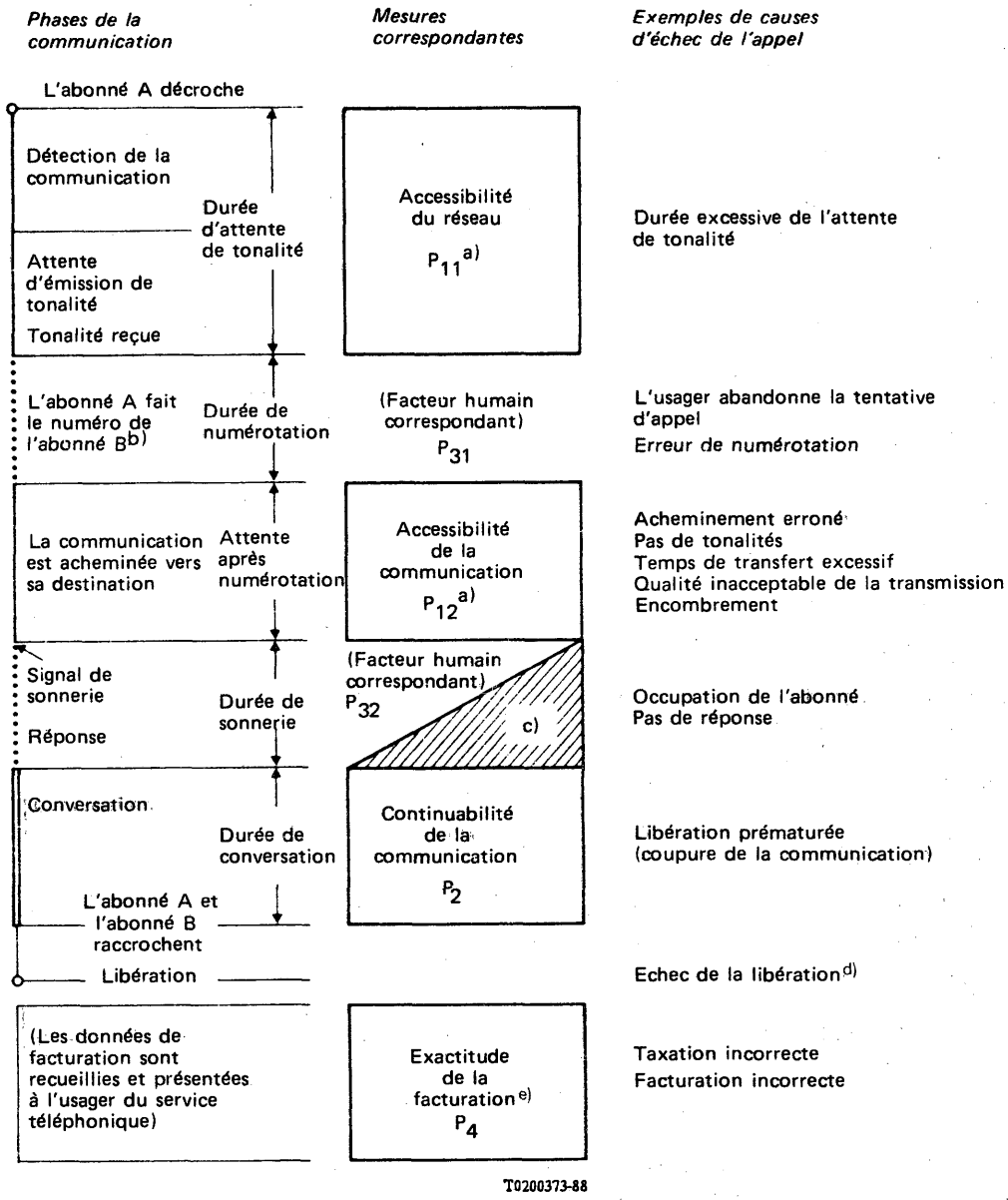
Selon les applications souhaitées des mesures indiquées à la figure 1/E.810, il peut être souhaitable d'exprimer ces mesures sous forme de valeurs instantanées pour un moment donné ou sous forme de moyennes pour un certain intervalle de temps.

Il convient de fournir dans chaque Recommandation pertinente des directives sur ce point.

2.4 *Aspect spatial des moyennes*

Les mesures indiquées sur la figure 1/E.810 peuvent être appliquées à des communications entre certaines destinations sous forme de moyennes pondérées du trafic établies pour un certain nombre de destinations, ou encore sous d'autres formes.

Chaque Recommandation pertinente doit fournir des précisions à ce sujet.



a) L'accessibilité du réseau et l'accessibilité de la communication se combinent en accessibilité du service.

b) L'acheminement de la communication peut commencer avant que tous les chiffres n'aient été reçus.

c) La zone en hachuré indique qu'une libération prématurée peut se produire.

d) La libération d'une communication ne constitue pas une phase distincte du présent modèle. Un échec de la libération peut se traduire par l'inaccessibilité du réseau pour un nouvel appel.

e) On a fait figurer l'exactitude de la facturation pour être complet, mais elle ne fait pas partie de la servibilité.

FIGURE 1/E.810

Modèle pour la servibilité lors d'une communication de base sur le réseau téléphonique

MODÈLES POUR LA RÉPARTITION DES OBJECTIFS DE CONTINUABILITÉ, ACCESSIBILITÉ ET INTÉGRITÉ DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES

Introduction

La présente Recommandation fait partie de l'ensemble des Recommandations E.810, E.830, E.845, E.850 et E.855 étroitement liées ayant trait à l'accessibilité, à la continuabilité et à l'intégrité des services téléphoniques.

Le CCITT,

considérant

qu'il est nécessaire d'établir des modèles de communication fictive de référence pour répartir les objectifs globaux de continuabilité des communications entre les parties qui composent les communications internationales,

recommande

trois modèles de continuabilité, l'un pour les communications internationales typiques (ou moyennes), et les modèles d'accessibilité et d'intégrité.

1 Modèles de continuabilité

Ces modèles sont représentés respectivement aux figures 1/E.830, 2/E.830 et 3/E.830. Comme le montre la figure 1/E.830, la communication typique comporte deux circuits dans chacun des réseaux nationaux, et un dans la chaîne internationale. Dans le cas du 90e centile, il y aurait trois circuits dans les réseaux nationaux et un dans la chaîne internationale.

2 Nombre de circuits

Dans chacun des modèles représentés, le nombre de circuits est fondé sur les indications contenues dans le tableau 1/E.830, tirées de celles du tableau 1/G.101.

Les nombres moyen et modèle de circuits nationaux de prolongement sont tous les deux égaux à 2, tant dans le réseau national d'origine que dans le réseau national terminal. Le nombre moyen de circuits internationaux est de 1,1 et le nombre modèle de ces circuits est de 1.

TABLEAU 1/E.830

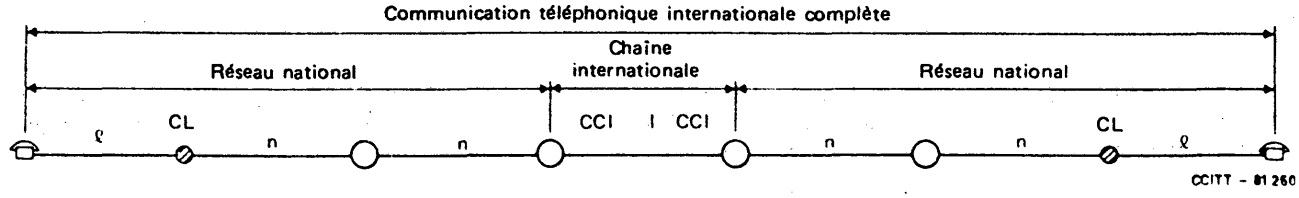
Probabilités (en pourcentage) du nombre de circuits dans les deux réseaux nationaux et dans la chaîne internationale

Nombre de circuits	Pays d'origine CL-CCI	Chaîne internationale CCI-CCI	Pays terminal CCI-CL'
1	33,8	95,1	32,9
2	38,9	4,5	39,5
3	20,2	0,3	20,4
4	6,0	–	6,1
5	1,0	–	1,0

CL Centre local

CCI Centre de commutation international

Remarque – Les probabilités d'existence de 6 ou 7 circuits dans le réseau national d'origine sont de 0,005% et 0,0005% respectivement. Dans la chaîne internationale, les probabilités de 4, 5 et 6 circuits sont égales à 0,03%, 0,00007% et 0,00009% respectivement.



Poste d'abonné

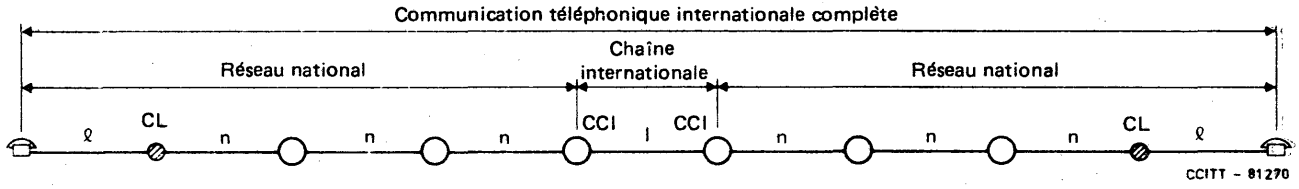
Central

I Circuits internationaux
n Circuits nationaux de prolongement
ℓ Ligne d'abonné
CCI Centre de commutation international
CL Central local

Remarque – Aux fins de la présente Recommandation, on considère que les centres de commutation internationaux font partie de la chaîne internationale.

FIGURE 1/E.830

Modèle de communication téléphonique internationale type

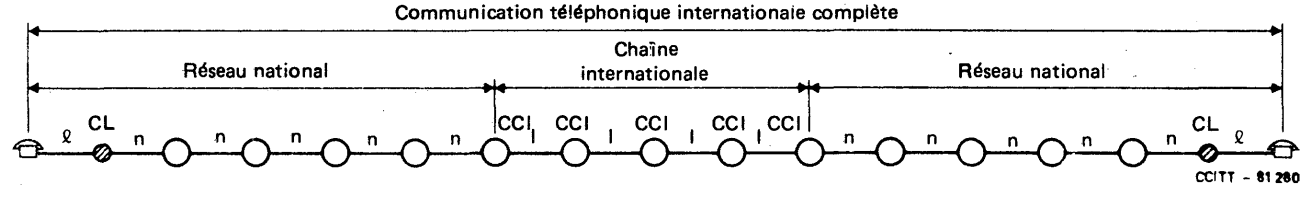


Remarque 1 – Voir la figure 1/E.830 pour la signification des abréviations.

Remarque 2 – Aux fins de la présente Recommandation, on considère que les centres de commutation internationaux font partie de la chaîne internationale.

FIGURE 2/E.830

Modèle de communication téléphonique internationale pour le 90e centile



Remarque 1 – Voir la figure 1/E.830 pour la signification des abréviations.

Remarque 2 – Aux fins de la présente Recommandation, on considère que les centres de commutation internationaux font partie de la chaîne internationale.

FIGURE 3/E.830

Modèle possible pour la communication téléphonique internationale la plus longue

3 Modèle d'accessibilité et d'intégrité

Le modèle à utiliser pour la répartition des objectifs d'accessibilité et d'intégrité des communications entre les sections nationales et la chaîne internationale des communications internationales, décrit respectivement dans les Recommandations E.845 et E.855, est représenté sur la figure 4/E.830.

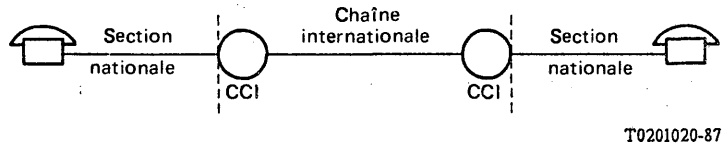


FIGURE 4/E.830

Modèle de répartition des objectifs d'accessibilité et d'intégrité des communications

SECTION 3

OBJECTIFS DE QUALITÉ DE SERVICE ET NOTIONS LIÉES AUX SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Recommandation E.845 [1]

OBJECTIF D'ACCESSIBILITÉ DE LA COMMUNICATION POUR LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL [2]

Introduction

La présente Recommandation fait partie de l'ensemble de Recommandations E.810, E.830, E.845, E.850 et E.855 étroitement liées, ayant trait à l'accessibilité, à la continuabilité et à l'intégrité des services téléphoniques.

Préambule

La présente Recommandation indique un objectif global d'accessibilité (de disponibilité) de bout en bout d'une communication pour le service téléphonique *international* à commutation.

L'accessibilité de la communication est une composante de l'accessibilité de service, telle qu'elle est définie dans la Recommandation E.800.

La présente Recommandation établit une mesure d'accessibilité de la communication, un objectif, ainsi qu'une répartition de l'objectif entre les réseaux nationaux et la chaîne internationale de communications internationales. Elle met également en rapport la qualité globale de bout en bout à la fiabilité et la disponibilité des circuits et des centraux, ce qui sera utile pour la conception des réseaux.

L'objectif comprend les effets des défaillances de l'équipement et de l'encombrement du trafic.

Le CCITT,

considérant

(a) que l'accessibilité de la communication est définie dans la Recommandation E.800;

(b) que les usagers considèrent que l'inaccessibilité de la communication est l'une des dégradations les plus ennuyeuses pouvant se produire lors de l'établissement d'une communication;

(c) qu'un objectif d'accessibilité de la communication tenant compte de l'avis des usagers en ce qui concerne la phase d'établissement de la communication est compatible avec d'autres Recommandations ayant défini un objectif de continuabilité de service fondé, en partie, sur l'opinion des usagers;

---

[1] Anciennement Recommandation G.180 dans le fascicule III.1 du *Livre rouge.*

[2] Certains des termes utilisés dans la présente Recommandation comme «mesure» sont employés conformément à la définition qu'en donne la Recommandation E.800.

(d) que l'accessibilité de la communication ne sera pas constante dans le temps, même pour deux lignes données (celle de l'abonné appelant et celle de l'abonné appelé). La probabilité moyenne à long terme d'échecs imputables au réseau constitue une mesure adéquate (d'autres mesures adéquates peuvent aussi être requises);

(e) que l'objectif global en matière d'accessibilité de la communication devrait pouvoir être réparti entre les réseaux nationaux et la chaîne internationale de la communication internationale;

(f) que l'objectif devrait tenir compte des préoccupations des planificateurs et des concepteurs des réseaux, pour fournir des directives utiles et pouvoir être utilisé par les Administrations en tant que méthode de vérification afin de déterminer si la qualité du réseau est acceptable ou non;

(g) que l'accessibilité globale de la communication devrait être régie par les caractéristiques d'accessibilité des différents centraux et circuits et que pour obtenir ce contrôle, l'accessibilité globale de la communication doit être liée mathématiquement à la disponibilité et la fiabilité de l'équipement,

recommande

1 Mesure de l'accessibilité de la communication

L'accessibilité de la communication doit être mesurée par la probabilité moyenne à long terme d'échecs imputables au réseau, qui est le complément de la probabilité d'accès de la communication, telle qu'elle est définie dans la Recommandation E.800.

La probabilité d'échecs imputables au réseau (P_{NCF}) peut être calculée à l'aide de la formule ci-après:

$$P_{NCF} = \frac{Q_N}{N}$$

Q_N étant le nombre de tentatives d'accès à la communication ayant échoué et N étant le nombre total de tentatives d'accès à la communication au cours d'une période donnée (à déterminer).

On trouvera à l'annexe A une méthode d'estimation du nombre d'échantillons de communication requis.

Aux fins de conception du réseau, la probabilité d'échecs imputables au réseau, P_{NCF}, peut également être calculée à l'aide de la méthode mentionnée à l'annexe B. L'annexe C précise l'influence des heures chargées et non chargées sur les échecs imputables au réseau (EIR).

Remarque 1 – Sont considérées, par l'usager, comme des échecs imputables au *réseau*, les tentatives d'accès à une communication qui révèlent une impossibilité du réseau à remplir sa fonction. Ces cas d'échecs peuvent être reconnus par un abonné demandeur averti et sont dus à des défaillances et à l'encombrement du réseau. Il y a échec imputable au réseau quand une tentative d'appel se solde par une des réponses suivantes du réseau:

1) Retour de la tonalité de numérotation après l'achèvement de la numérotation.
2) Pas de tonalité de retour d'appel, pas de réponse.
3) Signal d'occupation sur tous les circuits ou annonces.
4) Connexion avec un mauvais numéro (acheminement défectueux).
5) Connexion double.

Il se peut que cette liste ne soit pas exhaustive.

Remarque 2 – Cette définition d'un échec imputable au réseau dépend de la réponse que l'usager peut entendre.

Remarque 3 – Les causes des échecs imputables au réseau peuvent se ranger dans deux grandes catégories: défaillance des équipements et encombrement des lignes.

Remarque 4 – L'intervalle moyen (à déterminer) utilisé pour estimer la probabilité d'échecs doit inclure les périodes de trafic normal et celles du trafic aux heures de pointe. En cas d'une demande de trafic exceptionnellement élevée (jours fériés, catastrophes naturelles, etc.) on peut tolérer des taux d'échecs plus élevés que l'objectif fixé.

Remarque 5 – La probabilité d'échecs imputables au réseau devrait être mesurée par les Administrations de façon à obtenir des estimations raisonnablement précises (du point de vue des Administrations).

2 Objectif d'accessibilité de la communication

L'accessibilité de la communication est acceptable si la probabilité moyenne à long terme d'échecs, exprimée en pourcentage, n'excède pas une valeur (valeur globale pour toutes les communications internationales) comprise entre A% et B% (valeurs à déterminer). En outre, la probabilité moyenne à long terme d'échecs dans un centre international quelconque ne doit jamais excéder C% (valeur à déterminer).

Remarque – Les valeurs que l'on pourrait retenir pour A, B et C varient entre 10 et 20%.

3 Répartition de l'objectif global entre les réseaux nationaux et la chaîne internationale

L'objectif en matière de probabilité d'échecs imputables au réseau doit être réparti comme suit:

X% sur le réseau national d'origine,

Y% sur la chaîne internationale,

Z% sur le réseau national d'arrivée,

avec $X + Y + Z = P$, où P est l'objectif global mentionné au § 2.

Remarque 1 – La tentative d'accès à la communication peut échouer sur les réseaux nationaux ou sur la chaîne internationale du trajet de la communication.

Remarque 2 – L'objectif tient compte de tous les moyens de «défense» du réseau contre les échecs d'établissement des communications, y compris, le cas échéant, l'acheminement détourné.

Remarque 3 – La probabilité d'échecs imputables au réseau sur les réseaux nationaux ou sur la chaîne internationale est définie comme la probabilité pour que la tentative d'accès échoue en raison de certaines difficultés sur les réseaux ou sur la chaîne (dérangement ou encombrement des équipements).

Remarque 4 – Les valeurs X, Y et Z varient entre 3 et 7%.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.845)

Méthode de sélection de la taille requise, N, de l'échantillon de communications

La probabilité d'échecs imputables au réseau doit être mesurée par les Administrations de façon à obtenir des estimations raisonnablement précises.

Le nombre de tentatives de communication retenues pour l'échantillon doit être suffisamment grand pour pouvoir estimer de façon satisfaisante la probabilité.

On peut retenir une taille de l'échantillon N qui permet d'obtenir une erreur maximale de mesure, e (à déterminer) avec un niveau de fiabilité, α (à déterminer).

La Recommandation E.850 contient une méthode d'estimation de la taille requise de l'échantillon pour estimer la probabilité d'interruption des communications. Cette méthode doit être étudiée aux fins d'application dans le cas présent.

ANNEXE B

(à la Recommandation E.845)

Méthode permettant de relier la probabilité globale d'échecs imputables au réseau à la fiabilité et la disponibilité des centraux et des circuits

On trouvera ci-dessous la relation qui existe entre la probabilité globale d'échecs imputables au réseau, P_{NCF}, et les probabilités d'échecs sur les réseaux nationaux et la chaîne internationale de la communication:

$$P_{NCF} = 1 - (1 - P_{OE})(1 - P_I)(1 - P_{TE})$$

P_{OE} est la probabilité que la tentative d'accès échoue sur le réseau national d'origine, P_I est la probabilité d'échecs sur la chaîne internationale et P_{TE} est la probabilité d'échecs sur le réseau national d'arrivée.

Les communications fictives de référence pour les trois parties d'une communication internationale sont indiquées à la figure B-1/E.845. Les pourcentages des communications (F_n) qui sont acheminées sur ces parties sont indiqués aussi dans la figure. Ces pourcentages sont tirés des renseignements contenus au tableau 1/G.101.

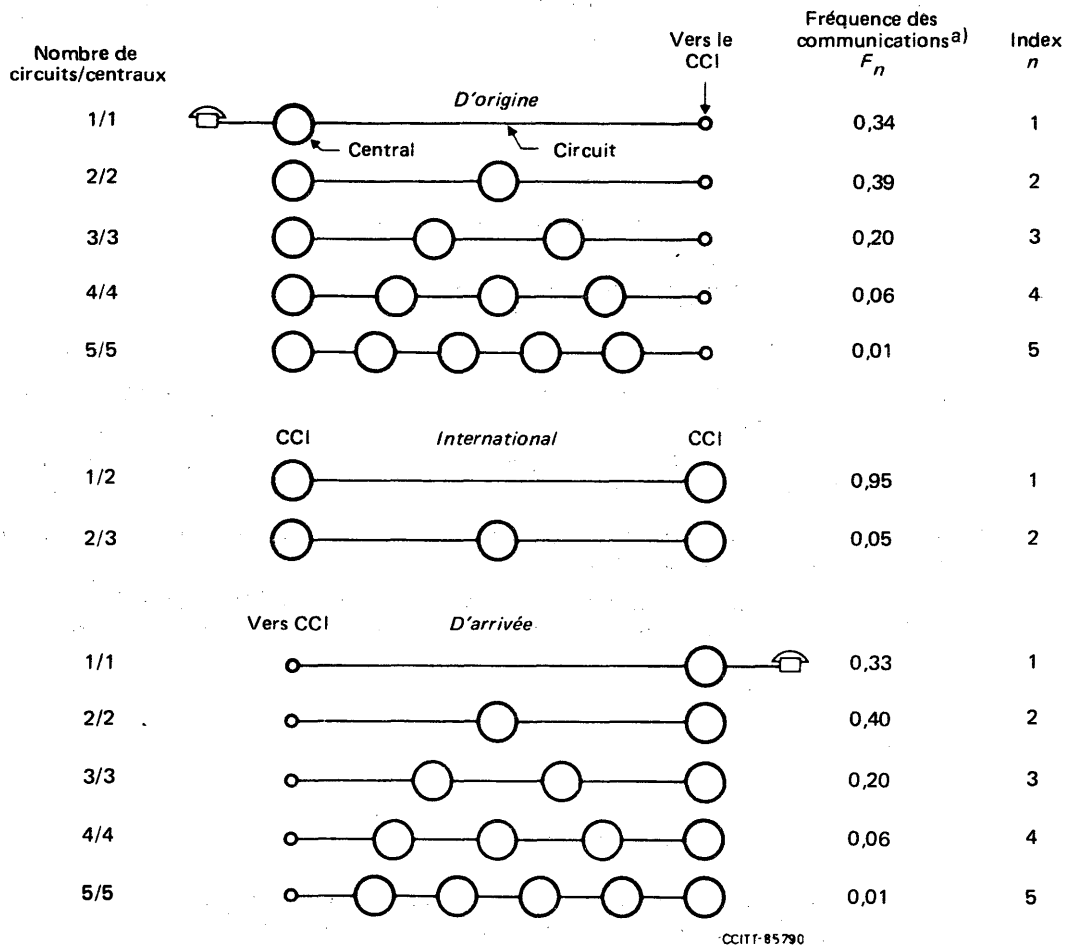
La probabilité pour qu'une tentative de communication échoue dans l'une ou l'autre des parties est donnée par les équations ci-après:

$$P_{OE} = 1 - \sum_{n=1}^{5} F_n (1 - P_c)^n (1 - P_s)^n$$

$$P_I = 1 - \sum_{n=1}^{2} F_n (1 - P_c')^n (1 - P_s')^{n+1}$$

$$P_{TE} = 1 - \sum_{n=1}^{5} F_n (1 - P_c'')^n (1 - P_s'')^n$$

n étant le nombre de circuits dans une partie choisie. F_n est la fréquence des communications pour un réseau ou une chaîne à n circuits (tiré de la figure B-1/E.845).



a) Les valeurs sont prises dans le tableau 1/G.101.

FIGURE B-1/E.845

Communication fictive de référence par rapport aux fréquences des communications

P_c, P'_c et P''_c sont les probabilités pour que l'accès à la communication échoue respectivement sur le réseau d'origine, la chaîne internationale ou sur le réseau ou les circuits d'arrivée. (Dans ce cas, pour simplifier, on part de l'hypothèse que tous les circuits d'un réseau ou d'une chaîne comportent la même probabilité d'échecs. Toutefois, ce n'est pas absolument indispensable.)

P_s, P'_s et P''_s sont les probabilités pour qu'une tentative de communication échoue sur le réseau d'origine, la chaîne internationale (il convient de noter que le CCI est considéré comme faisant partie de la chaîne internationale) ou sur le réseau, ou sur les centraux d'arrivée respectivement. (Pour simplifier, on part de l'hypothèse que tous les centraux ont la même probabilité d'échecs, mais ce n'est pas absolument indispensable.)

Un circuit ou un central peut provoquer un échec de la communication imputable au réseau pour l'une des trois raisons suivantes:

1) La communication est bloquée en raison de l'encombrement sur les lignes. La probabilité d'un blocage est P_{CB} et P_{SB} respectivement pour les circuits et les centraux.
2) Le circuit ou le central est défaillant pendant la phase d'établissement de la communication. La probabilité de ce type de défaillance est P_{CF} et P_{SF} respectivement pour les circuits et les centraux.
3) Le circuit ou le central n'est pas disponible pour les appels arrivant, de sorte que tous les appels qui arrivent pendant cette interruption ne peuvent être établis. Ces probabilités sont P_{CD} et P_{SD} respectivement pour les circuits et les centraux.

La probabilité pour qu'un circuit ou un central provoque un échec de communication imputable au réseau est donnée par les équations respectives ci-après:

$$P_C = 1 - (1 - P_{CB})(1 - P_{CF})(1 - P_{CD})$$
$$P_S = 1 - (1 - P_{SB})(1 - P_{SF})(1 - P_{SD})$$

Les probabilités d'échecs P_{CF} et P_{SF} peuvent être exprimées en fonction des intensités moyennes à long terme d'échecs Z_c et Z_s respectivement des circuits et des centraux par les équations ci-après:

$$P_{CF} = Z_c \, T_s$$
$$P_{SF} = Z_s \, T_s$$

où T_s est le temps d'établissement de la communication moyen à long terme.

De même, les probabilités d'échecs P_{CD} et P_{SD} peuvent être exprimées en fonction de la durée d'interruption moyenne à long terme globale $(MADT)_c$ et $(MADT)_s$ respectivement des circuits et des centraux par les équations ci-après:

$$P_{CD} = \frac{(MADT)_c \times \alpha_c}{\mathrm{K} \times N}$$

$$P_{SD} = \frac{(MADT)_s \times \alpha_s}{\mathrm{K} \times N}$$

α_c et α_s sont, respectivement, les taux moyens à long terme d'arrivée des communications pour les circuits et les centraux, et N est le nombre moyen à long terme de tentatives de communication (dans un intervalle, un an, par exemple).

K est une constante égale au nombre d'unités de temps (minutes ou secondes) utilisées pour exprimer l'interruption au cours de l'intervalle moyen à long terme choisi (un an, par exemple).

A titre d'exemple, si la durée d'interruption est exprimée en minutes et que l'intervalle moyen est de un an, alors K = 525 600 minutes/an.

ANNEXE C

(à la Recommandation E.845)

Incidences des heures chargées et des heures non chargées sur les échecs imputables au réseau (EIR)

Les deux principaux éléments des échecs imputables au réseau sont le taux de blocage résultant de l'encombrement et les tentatives d'accès à la communication ayant échoué à cause de dérangements d'équipements. Les dérangements d'équipements sont subdivisés en dérangements majeurs et mineurs. Ces composantes influent différemment sur les échecs imputables au réseau.

C.1 *Influences des dérangements*

On peut classer les dérangements des sous-systèmes d'un réseau téléphonique en deux catégories, selon l'influence qu'ils exercent sur la qualité de fonctionnement du réseau. Le tableau C-1/E.845 présente deux catégories de dérangements: majeurs et mineurs.

TABLEAU C-1/E.845

Catégorie de dérangements	Définition	Eléments constitutifs du réseau
Dérangement important ayant une influence (considérable)	Dérangement dans lequel une tentative d'accès à une communication rencontre une situation telle que la dégradation de la qualité de service de(s) élément(s) constitutif(s) du réseau dure pendant un certain temps, en raison d'une défaillance des équipements à grande échelle et où un abonné ne peut être normalement desservi.	Ligne d'abonné, terminal d'abonné [b], central, voie de transmission, centre de service
Dérangement mineur ayant une influence (moindre) [a]	Dérangement moins grave dans lequel une tentative d'accès à une communication est traitée de façon incorrecte et ne rencontre aucun signal (par exemple, tonalité de numérotation, tonalité de retour d'appel), aucune communication, un signal vocal de faible niveau, etc., autrement dit, il s'agit d'une dégradation de la qualité de service moins importante.	

[a] Les dérangements intermittents sont exclus; la question de leur traitement reste non résolue.
[b] Dans certaines Administrations, le terminal d'abonné n'est pas considéré comme faisant partie du réseau.

C.2 *Rapport entre les échecs imputables au réseau (EIR), l'encombrement et les dérangements*

Les échecs imputables à l'encombrement du réseau dépendent du trafic offert à un système considéré (un système de commutation, un réseau, etc.).

Les incidences d'un dérangement mineur sont matérialisées par ce qu'on appelle le bruit blanc, où la valeur absolue, qui est réduite, varie de façon aléatoire.

Les effets d'un dérangement majeur (généralisé) dépendent du volume de trafic offert au moment du dérangement. Si un dérangement majeur se produit pendant les heures chargées, la valeur des EIR sera très élevée. Inversement, un dérangement majeur qui se produit pendant les heures non chargées produira simplement des EIR de faible valeur, quelle que soit l'étendue du système en dérangement. Cela s'explique par le fait que la charge de trafic est faible. Comme il est normalement escompté que les dérangements majeurs sont très rares, les caractéristiques des EIR concernant les dérangements majeurs sont différentes de celles qui concernent les dérangements mineurs, qui se répètent quotidiennement.

C.3 *EIR à long terme (moyenne sur une année)*

La proportion EIR à long terme imputable à l'encombrement du trafic pendant les heures non chargées sera beaucoup plus réduite que pendant les heures chargées. Etant donné que les échecs d'appel cumulés N_f et les appels offerts N_o pendant les heures non chargées sont beaucoup moins nombreux que pendant les heures chargées, la moyenne des échecs d'appel imputables au réseau pendant 24 heures, y compris les incidences pendant les heures chargées et non chargées, ne sera à peu près la même que pendant l'heure chargée.

Un dérangement majeur peut être décelé, mais un dérangement mineur ne peut pas être spécifié correctement quand les opérateurs du réseau assurent la maintenance des équipements du réseau. En mesurant les EIR à long terme pendant les heures non chargées, on peut évaluer l'effet des dérangements mineurs parce que les EIR pendant les heures non chargées sont imputés non pas à l'encombrement du trafic mais à des dérangements mineurs.

C.4 *EIR et structure de l'heure chargée*

Un pays (zone internationale) qui s'étend sur plusieurs fuseaux horaires aura forcément plusieurs heures chargées. En pareils cas, une connexion au réseau peut comporter des éléments chargés et non chargés du réseau. Ainsi, la moyenne des EIR pondérés sur 24 heures permettrait de gérer un réseau comportant différents fuseaux horaires.

Toutefois, la moyenne des EIR sur 24 heures ne semble pas convenir pour gérer un réseau occupant un seul fuseau horaire, parce que la proportion des dérangements y est trop petite pour influer sur le nombre total des EIR et il pourra être trop tard pour y remédier lorsqu'on aura identifié une valeur extraordinaire des EIR. La moyenne des EIR pendant les heures non chargées est une mesure permettant de contrôler l'incidence du dérangement des équipements (dérangements mineurs) sur les abonnés, puisque cet élément deviendra un facteur important pendant les heures non chargées.

Recommandation E.850 [1]

OBJECTIF DE CONTINUABILITÉ DE LA COMMUNICATION POUR LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL[2]

Introduction

La présente Recommandation fait partie d'une série de Recommandations E.810, E.830, E.845, E.850 et E.855 concernant l'accessibilité, la continuabilité et l'intégrité des services téléphoniques.

Le CCITT,

considerant

(a) que le phénomène appelé «libération prématurée» est défini dans la Recommandation E.800 comme une communication déjà établie qui est libérée autrement que par l'action volontaire de l'une des parties à l'appel;

(b) que la libération prématurée permet de mesurer la continuabilité de la communication;

(c) que la libération prématurée d'une communication est ressentie comme extrêmement gênante par les abonnés au service téléphonique;

(d) que la probabilité d'une libération prématurée est fonction de l'intensité de défaillance des éléments constitutifs du réseau et de la durée des communications;

(e) que l'objectif doit tenir compte des désirs et des tolérances des abonnés à l'égard de la dégradation de service que constitue la libération prématurée d'une communication ainsi que des possibilités qu'offre la technologie actuelle;

(f) qu'il se peut que l'objectif ne puisse être atteint actuellement mais qu'il faut le considérer comme un but à long terme;

(g) que l'objectif doit tenir compte des préoccupations des planificateurs et des concepteurs des réseaux, permettre de fournir des directives utiles à ces derniers et qu'il peut être employé par les Administrations pour mesurer les caractéristiques de continuabilité des communications;

(h) que la continuabilité de la communication est définie dans la Recommandation E.800,

recommande

1 Définitions

La **libération prématurée d'une communication téléphonique** est assimilée à une coupure de la communication quand la connexion est complètement interrompue, ou

1) lorsqu'une interruption de plus de dix secondes provoque une dégradation de la qualité de transmission inacceptable pour les communications téléphoniques;

2) lorsque, dans le cas d'une série d'interruptions de moins de dix secondes, le produit de la durée moyenne par la fréquence des interruptions (c'est-à-dire le nombre moyen d'interruptions par seconde) dépasse 0,005.

---

[1] Anciennement, Recommandation G.181 dans le fascicule III.1 du *Livre rouge.*

[2] Certains des termes utilisés dans la présente Recommandation comme «mesure» sont employés conformément à la définition qu'en donne la Recommandation E.800.

2 Une mesure permettant de quantifier la continuabilité de la communication téléphonique

La mesure utilisée devra être le complément de la continuabilité de la communication, à savoir la probabilité d'une libération prématurée de la communication téléphonique ayant une durée d'occupation normalisée d'une minute (P_r). Le coefficient d'estimation de la probabilité de libération prématurée est le taux de libération prématurée d'une communication P_{re}, qui se définit de la manière suivante:

$$P_{re} = \frac{1 - \frac{R_N}{N}}{T}$$

où N est le nombre de communications téléphoniques effectivement établies pendant une période donnée, T est la durée moyenne d'une communication en minutes et R_N est le nombre d'appels téléphoniques ayant abouti après N appels (voir les annexes A et B).

3 Objectif global de la probabilité de libération prématurée

L'objectif provisoire en matière de probabilité normalisée de libération prématurée (P_r) doit avoir des caractéristiques supérieures aux valeurs indiquées ci-après:

pour les communications internationales types:

$$2 \times 10^{-4} \leqslant P_r \leqslant 4 \times 10^{-4},$$

pour les communications internationales au 90e percentile:

$$4 \times 10^{-4} \leqslant P'_r \leqslant 8 \times 10^{-4}$$

pour les communications internationales correspondant au cas le plus défavorable:

$$8 \times 10^{-4} \leqslant P''_r \leqslant 1{,}6 \times 10^{-3}.$$

Remarque 1 – Une valeur unique pour P_r, P'_r ou P''_r sera spécifiée ultérieurement.

Remarque 2 – Les communications types au 90e percentile et les communications correspondant au cas le plus défavorable mentionnées ci-dessus seront considérées comme les communications fictives de référence (CFR) spécifiées dans la Recommandation E.830.

Remarque 3 – Voir l'annexe B.

4 Répartition de l'objectif global

Il est souhaitable, pour la planification, de répartir l'objectif global en matière de communications types entre les réseaux nationaux et la chaîne internationale de la CFR. L'objectif global est donné par la formule:

$$P_r = P_{rn1} + P_{rn2} + P_{ri}$$

où P_{rn1} et P_{rn2} sont respectivement les probabilités de libération prématurée pour les réseaux nationaux d'origine et d'arrivée et P_{ri} est la probabilité de libération prématurée de la chaîne internationale. La répartition de l'objectif global entre les réseaux nationaux et la chaîne internationale doit être effectuée de la manière suivante:

$$P_{rn1} = P_{rn2} = \alpha P_{ri}.$$

Remarque 1 – Il est provisoirement recommandé de donner à α une valeur égale à 2. En conséquence, par exemple, si:

$$P_r = 3 \times 10^{-4}$$

alors:

$$P_{rn1} = P_{rn2} = 1{,}2 \times 10^{-4}$$

et:

$$P_{ri} = 0{,}6 \times 10^{-4}.$$

Remarque 2 – Il peut être également souhaitable de répartir à nouveau l'objectif global entre les circuits et les centraux utilisés dans une communication.

Remarque 3 – Les Recommandations Q.504 ou Q.514 spécifient les objectifs pour ce qui est de la probabilité admissible de libération prématurée d'une communication téléphonique, une fois celle-ci établie dans les réseaux numériques intégrés (RNI) et mixtes (analogique et numérique) par suite de défauts de fonctionnement dans un central de transit numérique, ou un central local, ou un central combiné local et transit.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.850)

Relation entre la probabilité de libération prématurée d'une communication et son estimateur

On a la relation suivante entre la probabilité de libération prématurée d'une communication pour une durée d'occupation normalisée d'une minute (P_r) et son estimateur (P_{re}):

$$\lim_{N \to \infty} P_{re} = \lim_{N \to \infty} \left(\frac{1 - \frac{R_N}{N}}{T} \right) = P_r, \text{ si une telle limite existe.}$$

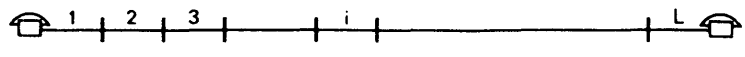
Par ailleurs, pour la conception des réseaux, on peut exprimer la probabilité de libération prématurée des communications d'une durée d'occupation moyenne de T minutes $P(Z,T)$ par la formule:

$$P(Z,T) = \frac{Z}{Z + T^{-1}}$$

où

$$Z = \sum_{i=1}^{L} Z_i$$

et Z_i est le nombre moyen de dérangements par minute d'un élément i compris dans la communication fictive entre deux abonnés (figure A-1/E.850). On admet que la durée d'occupation de la communication et le temps de bon fonctionnement ont une distribution exponentielle.



T0201430-88

FIGURE A-1/E.850

Connexion fictive pour estimer la continuabilité d'une communication téléphonique établie

En pratique, si l'on pose $Z \ll T^{-1}$, on peut faire l'appromixation suivante:

$$P_r = P(Z,T)_{T=1} = \frac{Z}{Z+1} \approx \frac{P(Z,T)}{T}.$$

De même, il existe la relation suivante:

$$\lim_{N \to \infty} \left(1 - \frac{R_N}{N}\right) = P(Z, T).$$

ANNEXE B

(à la Recommandation E.850)

Méthode d'estimation de la probabilité de libération prématurée d'une communication téléphonique internationale

La présente annexe décrit une méthode pouvant être utilisée pour estimer la probabilité de libération d'une communication téléphonique internationale.

La méthode consiste à effectuer des communications d'essai de bout en bout dont la durée moyenne d'occupation est de T (en minutes) et à observer les communications qui sont libérées prématurément, soit en raison de défaillances imputables à la transmission ou à la commutation, soit en raison d'interruptions de transmission qui durent plus de 10 secondes.

A partir des résultats obtenus à l'annexe A, il s'ensuit que l'estimateur simple de P_r est:

$$P_{re} = \frac{1 - \frac{R_N}{N}}{T}.$$

Si l'on peut raisonnablement présumer que l'occurrence ou la non-occurrence d'une libération prématurée pour chacune des communications d'essai constitue un événement indépendant, la théorie d'échantillonnage binomial doit être utilisée pour calculer des intervalles de confiance pour P_r et pour déterminer la taille minimale de l'échantillon (N).

En particulier, il est indispensable que N soit choisi de façon que:

$$P_r\{|(R_N/N) - P_rT| \leqslant e\,P_rT/100\} \geqslant a/100$$

où e est l'erreur d'estimation et a le niveau de confiance en pourcentage. Si l'on écrit $P = P_r \times T$, on peut déduire à partir du théorème de limite centrale que pour un nombre N élevé,

$$\frac{(eNP)}{100} \Big/ \left[NP(1 - P)\right]^{1/2} \geqslant Z_a \qquad \text{(B-1)}$$

où Z_a est la racine de l'équation:

$$(2/\pi)^{1/2} \int_0^{Z_a} \exp(-1/2\,y^2)\,dy = a/100.$$

Si l'on considère que les termes P^2 sont négligeables, l'inégalité devient:

$$N \geqslant (100\ Z_a/e)^2/P \qquad \text{(B-2)}$$

Dans cette dernière formule, P est en général inconnu. Toutefois, à titre d'exemple, si l'on doit vérifier que P est conforme aux objectifs globaux applicables aux communications types (voir le § 3), c'est-à-dire de l'ordre de 3×10^{-4}, et si l'on décide que $a = 90\%$ et que $e = 40\%$, on obtient $N \geqslant 56\,720$.

Des calculs similaires effectués à partir d'hypothèses variables sont reproduits sur la figure B-1/E.850.

A partir de ces résultats, si pour une durée moyenne d'occupation de $T = 1$ minute, alors $N = 60\,000$. Pour d'autres valeurs de T (en minutes), $N = 60\,000/T$.

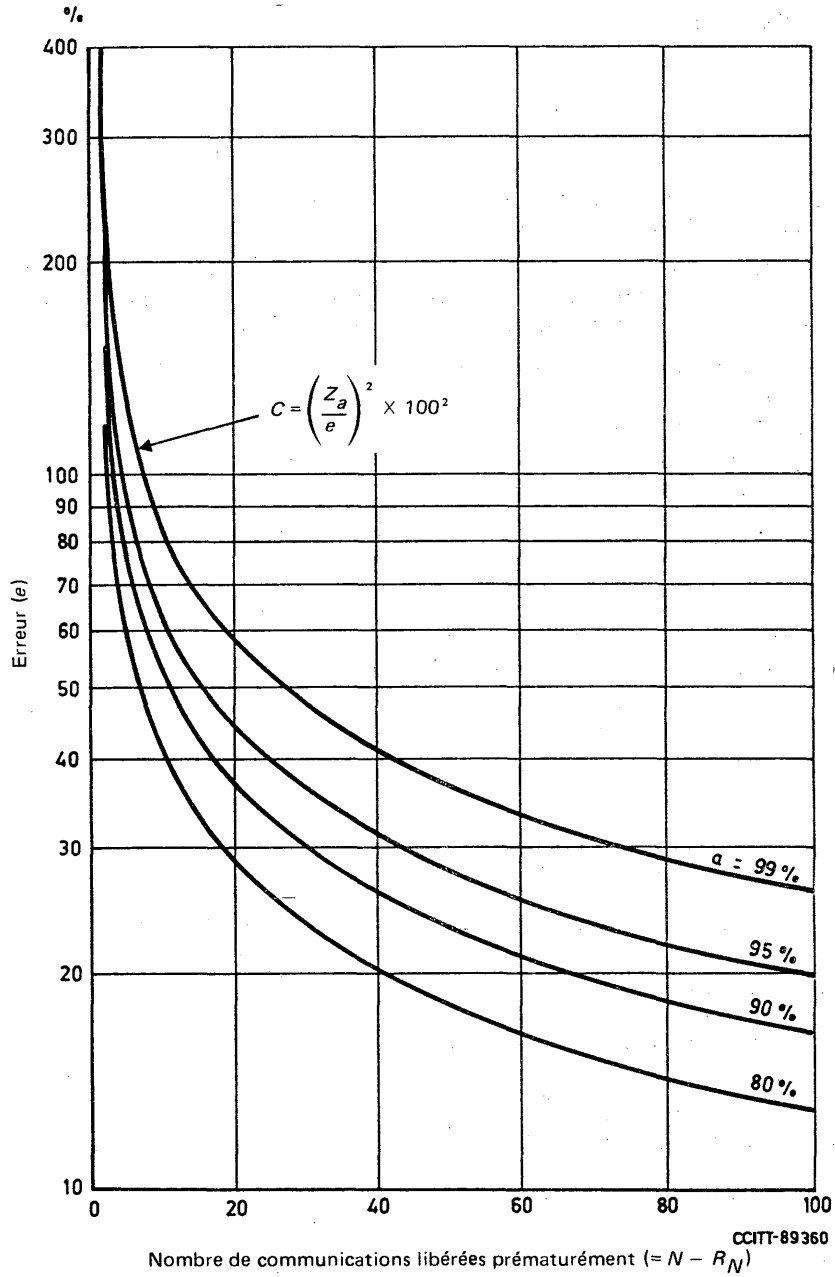


FIGURE B-1/E.850

Précision relative de l'estimation de P_r à partir de grands échantillons lorsque $C/N = 0{,}1$

Bibliographie

TORTORELLA (M.): The Bell System Technical Journal *Cutoff calls and telephone equipment reliability*, vol. 60, n° 8, pp. 1861 à 1890, octobre 1981.

Recommandation E.855

INTÉGRITÉ DES COMMUNICATIONS POUR LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL

Introduction

La présente Recommandation fait partie d'une série comprenant les Recommandations E.810, E.830, E.845, E.850 et E.855 relatives à l'accessibilité, à la continuabilité et à l'intégrité des télécommunications et spécialement du service téléphonique.

Le CCITT,

considerant

(a) que les usagers du service téléphonique peuvent percevoir une coupure ou une perte de parole due à des interruptions de transmission de durée inférieure à 10 secondes;

Remarque – Les interruptions de transmission de durée supérieure ou égale à 10 secondes pendant la phase conversation ne sont pas acceptables pour les usagers du service téléphonique (voir l'annexe A). Elles sont considérées comme une libération prématurée de la communication, définie dans la Recommandation E.850;

(b) que les interruptions de transmission entraînant une perte de parole sont causées par une modification, dépassant, pendant une période donnée, les limites fixées à un ou plusieurs paramètres, par exemple, le niveau de puissance, le niveau de bruit, le rapport signal/bruit, le taux d'erreur sur les bits, etc.;

(c) qu'il faut tenir compte à la fois des souhaits de l'usager en matière de qualité des communications vocales et des possibilités qu'offrent les techniques actuelles;

(d) qu'il faut tenir compte des problèmes des planificateurs du réseau et des concepteurs de systèmes et leur fournir des directives utiles qui pourront être utilisées par les Administrations pour mesurer les interruptions de transmission;

(e) que l'objectif visé doit être conforme aux autres Recommandations;

(f) que la définition d'une *interruption* est donnée dans la Recommandation E.800,

recommande

1 Définitions

1.1 intégrité des communications pour le service téléphonique

Niveau de maintien d'une communication téléphonique établie sans interruption excessive de transmission.

1.2 DMEI (durée moyenne entre interruptions)

Espérance mathématique du temps entre interruptions.

Le temps entre les interruptions est l'intervalle qui sépare la fin d'une interruption du début de la suivante.

1.3 DMI (durée moyenne d'une interruption)

Espérance mathématique de la durée d'une interruption.

1.4 interruption de transmission

Impossibilité momentanée de fournir un trajet de transmission entre usagers pendant moins de 10 secondes (durée maximale) ou pendant une durée supérieure à une autre valeur donnée (durée minimale), caractérisée par un abaissement du niveau de puissance du signal reçu au-dessous d'un certain seuil. La durée minimale de l'interruption de transmission et le seuil de puissance minimal seront étudiés ultérieurement. Les interruptions de transmission dues au dépassement de certains seuils d'autres paramètres indispensables à l'intégrité des communications, par exemple le niveau de bruit, ou le rapport signal/distorsion, seront étudiées ultérieurement.

2 Mesure permettant d'évaluer l'intégrité d'une communication téléphonique

La mesure à utiliser doit être le complément de l'intégrité d'une communication, à savoir, la probabilité de perte de parole en raison d'interruptions de transmission de durée inférieure à 10 secondes (P_i) et tolérable pour l'usager de service téléphonique. L'estimateur de probabilité de perte de parole P_{ie} est le rapport des durées cumulées des interruptions de transmission et de la période totale d'observation:

$$P_{ie} = \sum_{i=1}^{N} TD_i / T$$

où T est le temps d'observation et TD_i la durée de la $i^{ème}$ interruption de la transmission d'un nombre N d'interruptions mesurées pendant T (voir l'annexe B).

Remarque – Deux paramètres sont essentiels, à savoir l'intervalle de temps (ou la fréquence) entre interruptions et la durée pour spécifier les caractéristiques des interruptions de transmission. Ces paramètres doivent être faciles à observer dans la pratique. Il semble très difficile de mesurer des interruptions de transmission de très courte durée dans les réseaux analogiques et de faire la distinction entre des interruptions et des salves d'erreur dans les réseaux numériques.

3 Objectif global concernant la probabilité de perte de parole

L'objectif provisoire pour P_i doit être tel que la qualité soit supérieure à la valeur indiquée ci-après:

$$P_i = x \text{ (à définir)}$$

Remarque – Un pourcentage de perte de parole de plus de 0,5%, résultant d'une interruption de transmission de moins de 10 secondes (voir l'annexe C), pendant la phase conversation, est considérée comme tolérable pour les usagers du service téléphonique.

4 Répartition de l'objectif global

D'un point de vue pratique, c'est la valeur $\frac{P_i}{1 - P_i}$ au lieu de P_i qui devrait être attribuée aux divers éléments du réseau.

La méthode permettant d'attribuer cette valeur doit faire l'objet d'un complément d'étude.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.855)

Tolérance des usagers du téléphone à l'égard des interruptions de la transmission d'une durée de plusieurs secondes ou davantage

A.1 *Mesure*

L'intervalle de temps qui s'écoule entre le début d'une interruption de la transmission se produisant au milieu d'une conversation et le moment où l'abonné demandeur ou demandé abandonne la communication perturbée, sert de mesure pour évaluer ou exprimer la tolérance des usagers du téléphone à l'égard des interruptions.

A.2 *Méthode de mesure*

On a choisi au hasard 50 appels internes de centraux, que les demandeurs interrompaient intentionnellement peu de temps après l'établissement de la communication, et on a mesuré l'intervalle de temps qui s'écoulait entre le début de l'interruption et le moment où les demandés abandonnaient la communication.

A.3 *Résultats de l'essai*

La distribution des durées d'interruption qui ont entraîné l'abandon des communications établies est illustrée dans la figure A-1/E.855. La courbe de distribution peut être assimilée, avec une bonne approximation, à la fonction de distribution exponentielle dont la valeur moyenne est 17,26 secondes.

La figure montre que 50% des usagers ont libéré les communications établies après une interruption de plus de 11,96 secondes.

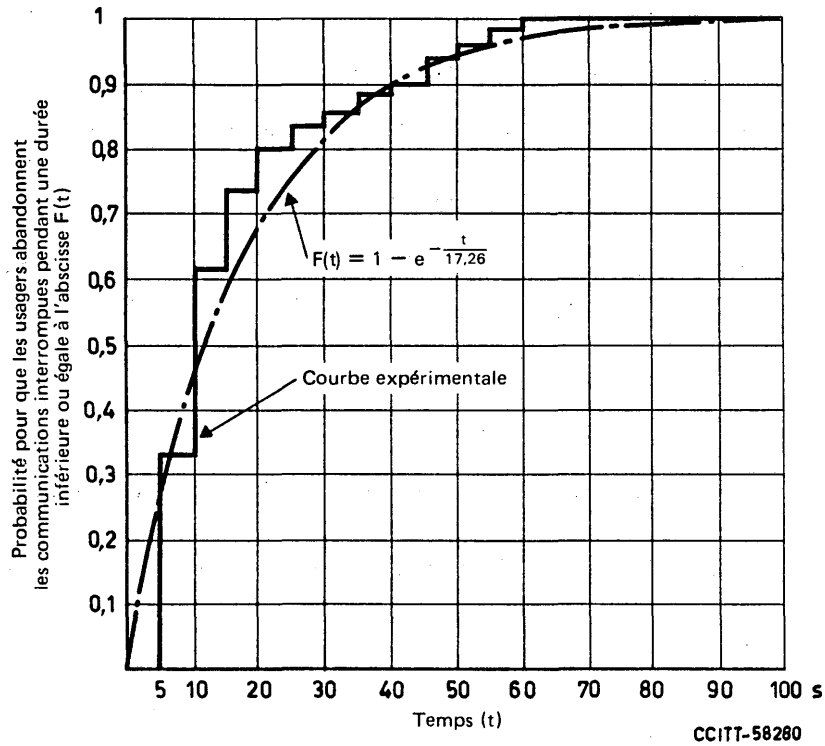


FIGURE A-1/E.855

Tolérance à l'égard des interruptions de la transmission

ANNEXE B

(à la Recommandation E.855)

Relation entre la probabilité de perte de parole et son estimation

On observe la relation suivante entre la probabilité de perte de parole (P_i) et son estimateur (P_{ie}):

$$\lim_{T\to\infty} P_{ie} = \lim_{T\to\infty} \sum_{k=1}^{K} \frac{TD_k}{T} = P_i$$

si une telle limite existe et où T est la durée d'observation et TD_k la durée de la $k^{-ième}$ interruption de transmission de K interruptions de transmission.

Il convient de noter également le rapport suivant:

$$P_i = \frac{\rho}{1+\rho}, \rho = \sum_{i=1}^{L} \frac{DMI_i}{DMEI_i}$$

où DMI_i est la durée moyenne d'interruption de transmission causée par l'élément d'ordre i d'une communication téléphonique, et $DMEI_i$ la durée moyenne entre les interruptions causées par l'élément d'ordre i de la communication, étant entendu que la durée de l'interruption de transmission et le temps entre les interruptions de transmission sont distribués de manière exponentielle (voir la figure B-1/E.855).

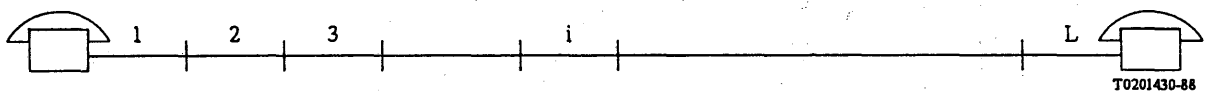


FIGURE B-1/E.855

Connexion fictive permettant d'estimer la probabilité de perte de parole d'une communication téléphonique établie

ANNEXE C

(à la Recommandation E.855)

Qualité des signaux vocaux dégradée par de brèves interruptions

C.1 *Mesure*

L'opinion subjective constitue une mesure pour évaluer la dégradation de la qualité des signaux vocaux causée par de brèves interruptions (moins d'une seconde).

C.2 *Méthode de mesure*

Pour cette évaluation subjective, on a appliqué la Recommandation P.77, avec cinq notes d'opinion (excellent = 4; bon = 3; satisfaisant = 2; médiocre = 1 et inacceptable = 0). L'essai a consisté à faire écouter par 20 sujets une bande magnétique enregistrée en japonais (voix féminime, durée: 40 secondes). La transmission se faisait par les circuits d'essai internes, avec interposition d'un générateur d'interruptions de transmission.

C.3 *Résultats de l'essai*

La figure C-1/E.855 illustre la relation qui existe entre la fréquence et la durée des interruptions de transmission, en fonction de notes moyennes d'opinion.

La ligne en pointillé est la courbe représentative du produit «fréquence × durée = 0.5%», considéré comme une limite admissible du taux d'interruption ou du pourcentage de perte de la parole pour la conception de l'équipement de concentration numérique de la parole (CNP) et du système TASI.

Remarque – Le produit de la fréquence par la durée d'une interruption brève est identique à $P[= DMI/(DMEI + DMI)]$ dans l'annexe B.

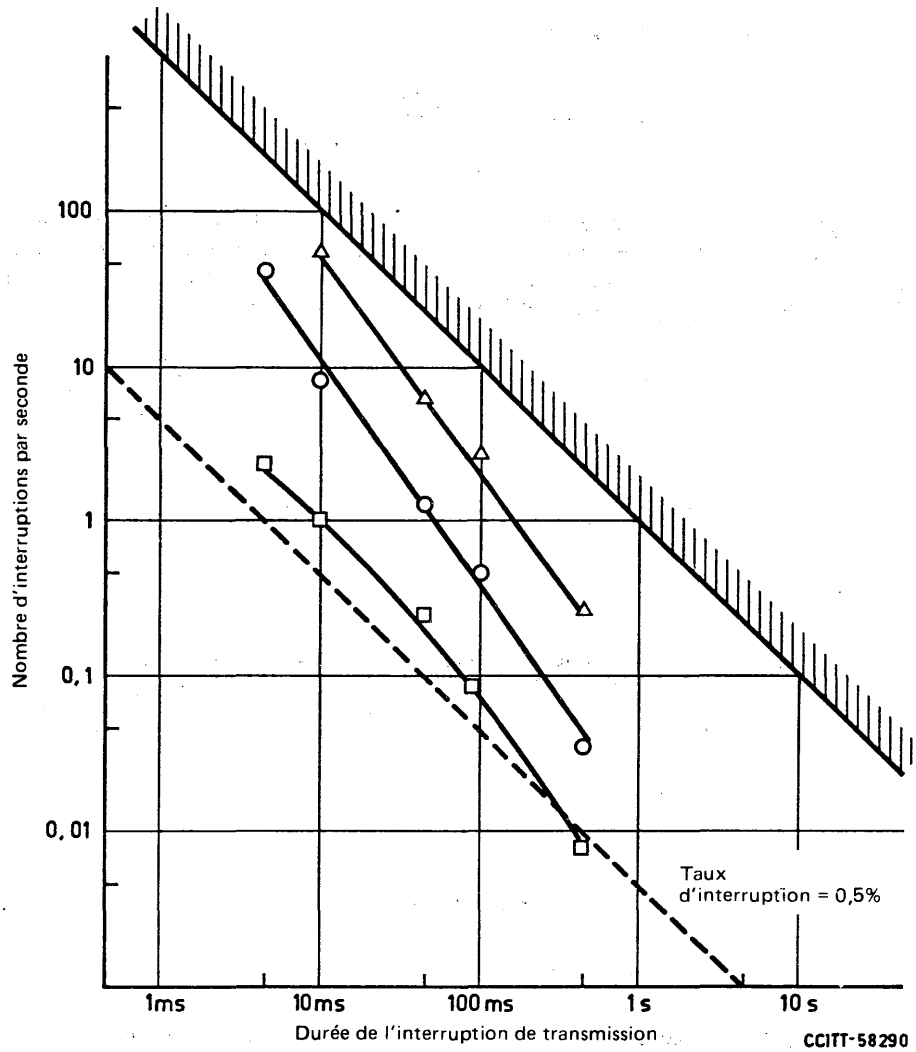


FIGURE C-1/E.855

Dégradation des signaux vocaux due à des interruptions de transmission

SECTION 4

UTILISATION DES OBJECTIFS DE QUALITÉ DE SERVICE POUR LA PLANIFICATION DES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Recommandation E.862

PLANIFICATION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Introduction

La présente Recommandation a trait aux modèles et aux méthodes de planification de la sûreté de fonctionnement, d'exploitation et de maintenance des réseaux de télécommunications, ainsi qu'à l'application de ces méthodes aux divers services du réseau international.

Le CCITT,

considérant

(a) que l'économie est souvent un aspect important de la planification de la sûreté de fonctionnement;

(b) que l'aptitude à assurer un certain niveau de sûreté de fonctionnement varie d'un fournisseur de réseau à un autre;

(c) que les fournisseurs de réseau se trouvent souvent en situation de concurrence;

(d) que les Recommandations E.845, E.850 et E.855 énoncent les objectifs à atteindre en matière de servibilité;

(e) que les objectifs en matière de sûreté de fonctionnement découlent des Recommandations Q.504, Q.514, et X.134-X.140;

(f) que ces objectifs ont été définis de manière intuitive plutôt que fondés sur une analyse des besoins des usagers;

(g) qu'il n'existe pas de méthode claire permettant d'appliquer ces objectifs à la planification;

(h) qu'il est nécessaire de définir une méthode permettant de déterminer et de répartir les marges de sûreté de fonctionnement dans le réseau de télécommunications;

(i) que les termes et les définitions liés aux concepts utilisés à propos de la sûreté de fonctionnement sont énoncés dans la Recommandation E.800,

recommande

que les procédures définies dans la présente Recommandation soient employées par les Administrations pour planifier, concevoir, exploiter et entretenir leurs réseaux.

1 Considérations générales

Il existe essentiellement deux méthodes de planification de la sûreté de fonctionnement:

Méthode intuitive

Le degré de sûreté de fonctionnement est déterminé par synthèse des objectifs et des procédures en usage. Cette méthode constitue un substitut commode en l'absence de méthode analytique et lorsque les données nécessaires à une analyse approfondie ne sont pas disponibles.

Elle reflète la situation telle qu'elle se présente mais ne permet pas aux Administrations d'atteindre leur but essentiel, à savoir le degré de sûreté de fonctionnement le plus économique, compte tenu des besoins des usagers et des désagréments qui leur sont occasionnés.

Méthode analytique

La méthode analytique se fonde sur des principes qui définissent l'objet de la planification de la sûreté de fonctionnement. Ces principes sont établis à l'aide d'un modèle quantitatif. Le degré de sûreté de fonctionnement est calculé par application du modèle, compte tenu de tous les facteurs pertinents dans chaque cas de planification.

- Principe de base: Le principal objet de la planification en matière de sûreté de fonctionnement consiste à trouver un équilibre entre les besoins des usagers dans ce domaine et leur demande pour des coûts modiques.
- Modèle: Les conséquences de pannes sont exprimées en termes de coût et sont incluses en tant que facteurs de coûts additionnels dans la planification et l'optimisation des coûts. Le facteur coût reflète l'expérience des usagers en ce qui concerne les pannes du réseau, quantifiées en termes financiers, ainsi que les frais encourus par les Administrations au titre des réparations et des pertes de recettes dues aux pertes de trafic.
- Application: Une méthode est fournie à l'Administration pour intégrer la sûreté de fonctionnement comme composante naturelle de la planification, en tenant compte des informations recueillies sur place au sujet de la situation réelle considérée. Cette méthode permet l'élaboration de règles de planification simplifiées.

L'application de la méthode analytique permet d'atteindre le niveau de sûreté de fonctionnement le plus équilibré sur le plan économique, du point de vue des usagers. On réduit ainsi les risques de réclamations d'usagers, de perte de trafic au profit des concurrents et d'investissements inutiles. Cette méthode est donc considérée comme la meilleure méthode générale de planification de la sûreté de fonctionnement pour l'Administration comme pour les usagers.

Des recommandations s'imposent quant aux objectifs opérationnels de sûreté de fonctionnement afin de déceler les défauts et aussi de contrôler et de comparer les résultats obtenus dans ce domaine sur le réseau national et sur le réseau international. L'expérience découlant de l'application de cette méthode analytique peut donner lieu à la révision des recommandations existantes.

2 Mesures générales pour la planification de la sûreté de fonctionnement

La sûreté de fonctionnement est décrite à l'aide de mesures définissant la disponibilité, la fiabilité et la maintenabilité du réseau et de ses parties constitutives, ainsi que la logistique de maintenance (pour la maintenance du réseau). Les mesures recommandées sont celles-ci:

Disponibilité

Durée cumulée moyenne d'indisponibilité

Fiabilité

Intensité moyenne de défaillance

Maintenabilité

Temps moyen de non-détection de panne

Durée moyenne de panne

Durée moyenne de réparation active

Logistique de maintenance

Durée moyenne du délai administratif

Durée moyenne du délai logistique

Note – Les définitions de ces mesures sont données dans la Recommandation E.800 et le Supplément n° 6.

3 Caractéristiques des pannes de réseau

Les pannes du réseau de télécommunications se caractérisent essentiellement par leur incidence sur le service qu'assure le réseau, c'est-à-dire par la pertubation du trafic qu'elles occasionnent. Les mesures importantes déterminant la perturbation du trafic due à une panne sont:

La durée de la panne (durée moyenne d'indisponibilité), T en heures (h)

L'intensité moyenne de trafic affecté par la panne, A en erlangs (E)

La probabilité moyenne d'encombrement durant la panne, P

La gravité d'une panne dépend aussi de la façon dont les usagers réagissent et de la perte de recettes pour les Administrations. Pour exprimer ce facteur, on quantifie en termes économiques la valeur d'une unité de volume de trafic (Eh) perturbé par la panne.

Mesure: la valeur économique du volume de trafic affecté est c (unités monétaires par Eh)

Ce facteur peut être influencé par un certain nombre d'autres facteurs:

- la catégorie d'usagers et les services qui sont touchés,
- le niveau d'encombrement ou de perturbation des transmissions durant la panne,
- la durée de la panne,
- l'accès à d'autres moyens de communication pour les usagers victimes de la panne,
- la période de la journée, de la semaine ou de l'année où la panne se produit,
- la fréquence des pannes par le passé.

En outre, les dépenses de maintenance corrective encourues par l'Administration contribuent également à l'évaluation des conséquences des pannes.

Mesure: le coût de maintenance par panne est c_m (unités monétaires par panne).

4 Planification pour un rendement économique optimal

4.1 *Méthode économique de détermination et de répartition*

En termes mathématiques, le principe majeur de la planification en matière de sûreté de fonctionnement consiste à mettre au point des mesures qui réduisent au minimum le coût total du réseau:

$$\min \left\{ C_I + C_m \cdot d + C_t \cdot d + \ldots \right\}$$

où

C_I sont les coûts d'investissement permettant d'atteindre un certain degré de sûreté de fonctionnement,

C_m sont les coûts annuels prévisibles de maintenance corrective,

C_t sont les coûts annuels prévisibles dus à la perturbation du trafic,

d est le coefficient d'actualisation pour le calcul de la valeur actuelle des coûts annuels pendant la durée utile de l'équipement.

C_t reflète la gêne causée par les pannes et doit être considérée comme le paramètre de base des services qui détermine et répartit la sûreté de fonctionnement dans le réseau dans des conditions données.

Une mesure est optimale si les deux conditions suivantes sont remplies:

1) l'avantage escompté (par exemple un moindre coût dû à la perturbation du trafic) est supérieur au coût, ce qui veut dire que cette mesure est rentable;
2) la mesure prise est la meilleure en ce sens que le rapport avantage/coût est maximal. Il n'existe pas d'autre mesure capable de fournir un profit supérieur.

Cette méthode permet d'envisager un profit du point de vue de l'usager, c'est-à-dire que les mesures prises ne seront pas nécessairement avantageuses pour l'Administration à court terme. De ce fait, il se peut que les tarifs et les taxes doivent être augmentés pour financer ces mesures. Il est néanmoins recommandé de satisfaire les besoins des usagers car c'est généralement la politique la plus avantageuse pour l'Administration à long terme.

Cette méthode est applicable à la planification de tous les éléments des réseaux nationaux et internationaux et à la détermination de la sûreté de fonctionnement de ses composants ainsi que du niveau de la logistique de maintenance. Elle s'applique aussi à la planification à court terme, comme à l'optimisation à long terme et à la planification stratégique.

La méthode décrite ci-dessus ne risque pas d'être rendue obsolète par l'évolution des techniques ou les changements intervenant dans la structure des coûts, etc. La sûreté de fonctionnement est convertie en une mesure concrète (financière) ce qui facilite l'évaluation des actions décidées dans ce domaine, ainsi que la comparaison et le choix entre les différentes possibilités offertes.

4.2 *Modèle des coûts dus à la perturbation du trafic*

Le coût annuel dû à la perturbation du trafic est le produit du volume de trafic perturbé (communications perdues, retardées ou affectées par des dégradations de la transmission) par l'évaluation monétaire du volume de trafic perturbé c et l'intensité moyenne de défaillance z ce qui donne:

$$C_t = PAzTc$$

où

- T est la durée de l'état d'encombrement accru ou de perturbation accrue de transmission imputable à une panne, soit essentiellement le temps d'indisponibilité. Il pourrait cependant être nécessaire de prendre également en considération l'encombrement dû à la surcharge de trafic qui suit la relève du dérangement.
- A est l'intensité du trafic offert.
- P est la portion du volume de trafic offert pendant un temps T, qui est retardée ou perdue.
- z est l'intensité moyenne de défaillance.
- c est l'estimation monétaire du volume de trafic perturbé. c peut dépendre d'un nombre variable de facteurs, c'est-à-dire que $c = c(P, T, A, \ldots)$.

En supposant des variations de trafic $A(t)$ et, de ce fait, des variations d'encombrement $P[A(t)] = P(t)$, A et P sont calculées comme suit:

$$P = \frac{\int_0^T A(t)\,P(t)\,\mathrm{d}t}{\int_0^T A(t)\,\mathrm{d}t} \qquad A = \frac{1}{T}\int_0^T A(t)\,\mathrm{d}t$$

Normalement, il n'est pas possible de prédire le moment où une défaillance se produira. Dans ce cas, A est une moyenne sur une longue période tenant compte des variations annuelles et des tendances à long terme. P est calculé à partir d'un profil de trafic moyen. Des méthodes de calcul du trafic sont décrites dans les Recommandations E.506, E.510 et E.520 à E.523.

4.3 *Evaluation économique du volume de trafic perturbé, c*

Le facteur c reflète l'objectif visé par une Administration ou une société d'exploitation en ce qui concerne la planification de la sûreté de fonctionnement. Une haute estimation de c donnera un haut niveau de sûreté de fonctionnement et vice versa. Les valeurs utilisées par les Administrations sont fonction de la dépendance du public à l'égard des télécommunications, déterminée elle-même par le niveau de vie, l'économie nationale, les tarifs, etc. Il appartient donc à chaque Administration de fixer le facteur c au niveau national.

Il est cependant recommandé que ce facteur reflète l'expérience conjuguée de l'Administration et des usagers. En d'autres termes, il devrait prendre en compte les éléments suivants:

1) la perte de recettes des Administrations due au trafic non retrouvé après la relève du dérangement;
2) une évaluation de la perte économique moyenne pour l'usager correspondant à une unité de volume de trafic (Eh) perturbé par un dérangement;
3) un montant symbolique reflétant la gêne occasionnée à l'usager moyen.

La somme des points 2) et 3) ci-dessus doit refléter le prix que l'usager moyen est disposé à payer pour éviter un erlang par heure de trafic offert, retardé ou perdu en raison d'un dérangement. On peut en déduire le niveau de sûreté de fonctionnement qui satisfait les usagers et pour lequel ils sont disposés à payer.

Il est conseillé aux Administrations de faire leur propre enquête auprès des usagers afin de déterminer les valeurs à utiliser pour la planification. L'annexe B donne un exemple d'enquête de ce type.

Si cela n'est pas possible, des estimations approximatives peuvent être obtenues à partir d'informations sur les mesures prises dans le réseau. Le coût d'une mesure est comparé au volume de trafic qu'elle permet de «sauver». Les mesures intuitivement considérées comme raisonnables donnent la limite inférieure de c, tandis que les mesures manifestement déraisonnables en donnent la limite supérieure. Les valeurs ainsi obtenues permettent de procéder à une optimisation, en supposant qu'elles sont valables également pour planifier le futur réseau.

S'il est absolument impossible d'estimer le facteur c , cette méthode peut néanmoins être utilisée pour déterminer la répartition optimale d'un montant donné de ressources. Toutefois, le niveau de sûreté de fonctionnement ainsi obtenu ne satisfait pas toujours les usagers.

4.4 *Procédure de planification*

Les coûts dus à la perturbation du trafic sont inclus dans les calculs économiques de planification en tant que facteurs-coûts additionnels, la sûreté de fonctionnement étant ainsi considérée comme partie intégrante de la planification.

La procédure de planification de la sûreté de fonctionnement comprend quatre étapes:

Etape 1: Planification d'un réseau répondant aux conditions requises en matière de fonctionnement et de capacité

Le point de départ est un réseau planifié et dimensionné de manière à répondre aux besoins de fonctionnement et de capacité ne tenant pas compte particulièrement de la sûreté de fonctionnement (solution zéro). La deuxième étape consiste à recenser les modifications nécessaires pour promouvoir la sûreté de fonctionnement.

Etape 2: Recherche de mesures visant àaméliorer la sûreté de fonctionnement

Des mesures visant à améliorer la sûreté de fonctionnement s'imposent si les coûts dus à la perturbation du trafic sont élevés ou si de telles mesures peuvent être prises sans occasionner de grosses dépenses. On trouvera ci-après une liste non exhaustive de mesures de ce type:

- Protection des équipements en vue d'éviter les défaillances
- Choix d'équipements fiables et de maintenance facile
- Modernisation et remplacement des équipements usagés
- Redondance
- Surdimensionnement
- Intensification de la logistique de maintenance
- Mesures de gestion du réseau pour réduire les effets des dérangements

Etape 3: Analyse des mesures

Exprimer les améliorations en termes de changements au niveau de la perturbation du trafic et des coûts de maintenance ($\Delta C_t + \Delta C_m$) pour chaque mesure. Il faut seulement calculer les coûts qui diffèrent d'une option à une autre. L'annexe A donne des exemples de modèles de sûreté de fonctionnement pour la conception du réseau et la planification de la logistique de maintenance, et pour la détermination des besoins concernant les composants du réseau.

Comparer $\Delta C_t + \Delta C_m$ au coût d'investissement accru (ΔC_I) pour chaque mesure, par exemple à l'aide de la méthode de la valeur actuelle.

Choisir le meilleur ensemble de mesures, c'est-à-dire celui qui donne le coût total le plus faible.

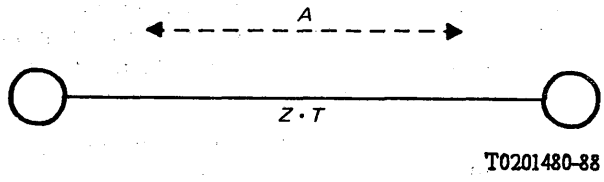
Etape 4: Contrôle du respect des exigences minimales

Pour des raisons commerciales ou autres, un niveau de service minimal peut être prescrit par la réglementation d'Etat ou par les Recommandations du CCITT. La fixation de prescriptions au niveau national relève d'une décision nationale. Pour la planification du réseau international, il est recommandé aux Administrations de vérifier si des objectifs de sûreté de fonctionnement, déductibles de ceux déjà stipulés dans les Recommandations du CCITT, sont respectés. Si tel n'est pas le cas, il convient de chercher quelles sont exactement les raisons de la non conformité. Si cela est justifié, on ajustera le niveau de la sûreté de fonctionnement.

4.4.1 *Exemple numérique*

Etape 1: Réseau planifié sans tenir compte spécialement de la sûreté de fonctionnement

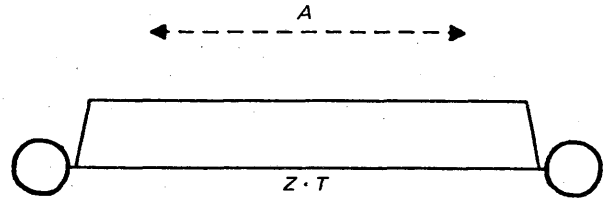
Le réseau envisagé est la jonction entre deux centraux.



T0201480-88

Etape 2: Recherche de mesures visant à améliorer la sûreté de fonctionnement

La mesure considérée consiste à introduire un câble physiquement redondant. Ce câble est supposé être dimensionné pour acheminer la totalité de la charge de trafic, ce qui veut dire qu'une simple défaillance ne doit pas perturber celui-ci.



T0201490-88

Etape 3: Analyse de la mesure envisagée

Hypothèses

Intensité de défaillance	z	= 0,1 défaillance/année
Temps moyen d'indisponibilité	T	= 24 h
Trafic moyen offert	A	= 100 E
Encombrement	P P	= 1 (sans redondance) = 0 (avec redondance)
Estimation monétaire du volume de trafic perturbé	c	= 400 unités monétaires/Eh
Coefficient d'actualisation (durée utile 25 ans, intérêt annuel 5%)	d	= 14
Coût de maintenance par défaillance	c_m	= 1000 unités monétaires/défaillance
Coût du câble redondant	C_l	= 400 000 unités monétaires

Calculs

Coûts dus à la perturbation du trafic pour un réseau sans équipement:

$$C_t = P \cdot A \cdot z \cdot T \cdot c = 1 \times 100 \times 0{,}1 \times 24 \times 400 = 96\,000 \text{ par an}$$

$$\text{Valeur actuelle } C_t d = 96\,000 \times 14 = 1\,344\,000$$

Coûts dus à la perturbation du trafic pour un réseau avec équipements redondants (la possibilité de pannes simultanées est négligeable):

$$C_t = 0$$

Changement dans les coûts dus à la pertubation du trafic:

$$\Delta C_t d = 0 - 1\,344\,000 = -1\,344\,000$$

Coûts de maintenance sans redondance:

$$C_m = zc_m = 0{,}1 \times 1000 = 100 \text{ par an}$$
$$\text{Valeur actuelle } C_m d = 100 \times 14 = 1400$$

Coûts de maintenance avec redondance:

$$C_m = 2zc_m = 2 \times 0{,}1 \times 1000 = 200 \text{ par an}$$
$$\text{Valeur actuelle } C_m d = 200 \times 14 = 2800$$

Changement des coûts de maintenance:

$$\Delta C_m d = 2800 - 1400 = 1400$$

Réduction de coût:

$$\Delta C_t d + \Delta C_m d = -1\,344\,000 + 1400 = -1\,342\,600$$

Changement du coût total:

$$\Delta C_I + \Delta C_m d + \Delta C_t d = 400\,000 - 1\,342\,600 = -942\,600$$

Conclusion

Cette mesure est rentable puisque $\Delta C_I + \Delta C_m d + \Delta C_t d < 0$. Elle est optimale ou non selon qu'il existe ou non d'autres mesures plus rentables.

Etape 4: Contrôle des exigences minimales

Les mesures supplémentaires éventuelles destinées à satisfaire aux exigences gouvernementales (pour des raisons de défense, en cas d'urgence, etc.) doivent être prises.

5 Applications au réseau international

5.1 *Valeur du facteur c pour le trafic international (Nécessite un complément d'étude)*

Afin de déterminer et de répartir la sûreté de fonctionnement selon les différentes parties du réseau international, il faut convenir d'une méthode uniforme d'évaluation du trafic affecté. Il est recommandé d'utiliser les valeurs suivantes (c_i) à titre de guide pour la planification du réseau international.

$$c_i = x_i \; DTS : s/Eh \qquad \text{(valeurs à déterminer)}$$

DTS: Droits de tirage spéciaux. Ces valeurs doivent se rapporter à une année de référence déterminée. Les hausses de prix dues à l'inflation, le besoin croissant de télécommunications de la part de l'ensemble de la population, etc, doivent être pris en considération.

5.2 *Recommandations concernant la planification (Nécessite un complément d'étude)*

Lorsque les valeurs de c ont été établies, il est possible de procéder à des analyses économiques de la sûreté de fonctionnement du réseau international. De telles études peuvent être faites de la même manière et en partie avec les mêmes données que les études de coût pour la taxation et la comptabilité.

L'objet de ces études est de déboucher sur des recommandations en matière de planification, par exemple en ce qui concerne le niveau de redondance, l'appui de maintenance, etc., dans différentes parties du réseau international.

5.3 *Objectifs opérationnels en matière de sûreté de fonctionnement (Nécessite un complément d'étude)*

Les résultats des analyses économiques de la sûreté de fonctionnement du réseau international sont présentés en termes de fiabilité, de maintenabilité et de logistique de maintenance pour les différentes parties du réseau. Cela aide les Administrations à surveiller et à contrôler leurs réseaux afin de déceler les défauts, les erreurs de planification, etc.

ANNEXE A

(à la Recommandation E.862)

Modèles simplifiés de planification de la sûreté de fonctionnement

A.1 *Considérations générales*

L'objet de cette annexe est de donner des exemples simples de l'emploi de différents modèles de sûreté de fonctionnement pour calculer les coûts dus à la perturbation du trafic et de l'application de ces calculs à la planification. Une liste des mesures possibles est donnée au § 4.4:

- planification du réseau (voir les § A.2 et A.3),
- détermination de la sûreté de fonctionnement des composants du réseau (voir le § A.4),
- planification de la logistique de maintenance (voir le § A.5).

A.2 *Exemple: redondance*

Les coûts dus à la perturbation du trafic pour un équipement redondant constitué de deux entités indépendantes comme décrit à la figure A-1/E.862 sont:

$$C_t = P_1 z_1 T_1 Ac(P_1) + P_2 z_2 T_2 Ac(P_2) + z_1 z_2 T_1 T_2 Ac(1)/8760$$

où

P_1 est l'encombrement moyen lorsque l'entité 1 est défaillante,

P_2 est l'encombrement moyen lorsque l'entité 2 est défaillante.

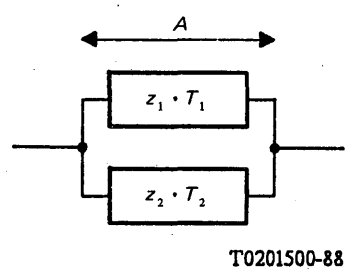


FIGURE A-1/E.862

Le cas le plus simple est celui où les deux entités sont identiques et où chacune est capable d'acheminer la totalité du trafic (voir la figure A-2/E.862):

$$C_t = z^2 T^2 Ac(1)/8760.$$

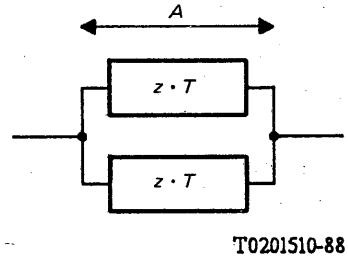


FIGURE A-2/E.862

En installant une entité redondante, les coûts dus à la perturbation du trafic sont réduits comme suit:

$$\Delta C_t = zTAc(1) - z^2 T^2 Ac(1)/8760.$$

Le deuxième terme est souvent négligeable. Une valeur approchée de ΔC_t peut être obtenue par la formule $\Delta C_t = zTAc(1)$.

A.3 *Exemple: dimensionnement optimal pour des liaisons diversifiées*

Le problème est de déterminer le nombre optimal des voies, respectivement N_1 et N_2, en fonction desquelles les deux liaisons redondantes doivent être dimensionnées, voir la figure A-3/E.862.

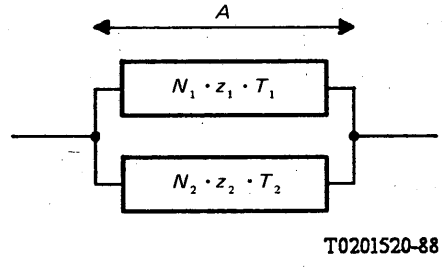


FIGURE A-3/E.862

C_N = est le coût par voie. La répartition optimale des voies dans les deux sens est obtenue comme suit:

$$\min_{N_1,\, N_2} \left\{(N_1 \cdot C_{N1} + N_2 \cdot C_{N2}) + (P_1 \cdot A \cdot z_1 \cdot T_1 \cdot C(P_1) + P_2 \cdot A \cdot z_2 \cdot T_2 \cdot C(P_2)) \cdot d\right\}$$

Cela suppose un surdimensionnement en l'absence de panne. Les avantages qui en résultent ne sont pas pris en compte dans la formule. Quant à l'effet de pannes simultanées, elles n'influencent pas l'optimisation.

A.4 *Exemple: temps optimal d'essai*

Supposons que l'intensité de défaillance $z(t)$ après un certain temps de fonctionnement (t) soit donnée par

$$z(t) = z_0 + ze^{-bt}$$

où

$z_0 + z$ est l'intensité de défaillance $t = 0$,

z_0 est l'intensité constante de défaillance après la période initiale de défaillance,

b est le facteur déterminant la diminution de l'intensité de défaillance durant la période initiale de défaillance.

Grâce aux essais, les pannes peuvent être corrigées avant qu'elles aient occasionné une perturbation du trafic et des frais de maintenance. Supposons que:

$c_m + ATc$ sont les coûts de maintenance et de perturbation du trafic par panne,

C est le coût des essais par an.

Le temps optimal d'essai (t') est donné par la formule suivante:

$$\min_t \left\{ tC + \frac{z}{b} e^{-bt} (c_m + ATc) \right\}$$

où

$\frac{z}{b} e^{-bt}$ est le nombre additionnel de pannes survenant en cours d'exploitation, en fonction du temps d'essai.

Temps optimal d'essai: $t' = \frac{1}{b} \ln \frac{z(c_m + ATc)}{C}$.

A.5 *Exemple: nombre optimal d'unités de maintenance*

La durée moyenne du délai $w(N)$, exprimée en fonction du nombre d'agents de maintenance (N) peut dans certains cas être exprimée mathématiquement à l'aide de la théorie des files d'attente. Le cas le plus simple est celui où les temps entre défaillances et les temps de réparation sont répartis exponentiellement (modèle de file d'attente $M/M/N$). On obtient $w(N)$ au moyen de la formule.

$$w(N) = \left[\frac{(z/\mu)^N \cdot \mu}{(N-1)!\,(N\mu - z)^2} \right] \Big/ \left[\sum_{k=0}^{N-1} \frac{1}{k!} \left(\frac{z}{\mu}\right)^k + \frac{1}{N!} \left(\frac{z}{\mu}\right)^N \left(\frac{N}{N\mu - z}\right) \right]$$

où

N est le nombre d'unités de maintenance,

z est l'intensité des défaillances,

$w(N)$ est le temps moyen en fonction de N,

A est l'intensité du trafic affecté,

c est l'évaluation du volume de trafic affecté,

μ est la densité de réparation.

Il est possible d'affiner le modèle en tenant compte des classes de priorité. Il est possible aussi de laisser des pannes présentant un degré de priorité plus élevé interrompre des assignations de priorité moindre.

Si C_N est le coût annuel par unité de maintenance, le nombre optimal des unités de maintenance est obtenu par la formule:

$$\min_N \left\{ NC_N + zw(N)Ac \right\}$$

ANNEXE B

(à la Recommandation E.862)

Exemple d'enquête pour l'évaluation monétaire du volume de trafic perturbé, *c*

B.1 Le but est d'aboutir à des données de coût permettant d'évaluer le facteur *c*. Différents groupes d'usagers sont étudiés, avec leur évaluation monétaire des défaillances totales et partielles pour des relations de trafic typiques et pour différents services. Ces enquêtes menées auprès d'abonnés résidentiels et d'abonnés d'affaires sont effectuées sur la base des hypothèses suivantes:

a) Les usagers ressentent les interruptions des télécommunications du point de vue de la gêne occasionée et de celui du coût direct.

b) Dans le cas des abonnés résidentiels, c'est la gêne qui prédominera vraisemblablement alors que pour les abonnés d'affaires, le coût direct peut être important.

c) Le coût et la gêne augmentent avec la durée des interruptions et le volume de trafic perturbé.

d) Comme une conséquence naturelle de la grande variation des besoins en télécommunications, le coût et la gêne causés par les dérangements sont ressentis de manière très variable.

e) Les abonnés résidentiels ne sont pas en mesure d'évaluer la gêne subie en termes monétaires. Les dérangements affectant des lignes téléphoniques privées provoquent en général l'irritation des usagers, mais ne sont pas sources de coût direct (excepté dans les cas de dérangements de longue durée).

B.2 *Défaillances totales*

B.2.1 *Trafic commercial*

Des sociétés commerciales choisies au hasard sont invitées à répondre à la question suivante: «A combien estimez-vous le coût d'une interruption totale du service téléphonique ou de transmission de données résultant d'une indisponibilité ayant duré 5 minutes, 1 heure, 4 heures, 8 heures, 24 heures et 3 jours?».

Les sociétés commerciales ayant subi une panne sont invitées à répondre à la question: «A combien estimez-vous le coût de la défaillance du réseau dont vous venez d'être victime?».

Pour évaluer l'intensité du trafic affecté en cas d'interruptions totales, on peut se fonder sur le nombre de lignes du central et le nombre de terminaux de données destinés à la communication de chaque société et sur des informations relatives au dimensionnement des circuits interurbains, enfin sur des mesures de l'intensité d'appel des différentes classes d'usagers.

Sur la base d'un coût établi, on estime le facteur *c* grâce à la formule suivante:

$$c = \frac{\text{(coût établi par l'usager)}}{\text{(intensité moyenne de trafic) (temps d'indisponibilité)}}$$

Les valeurs moyennes du facteur *c* pour la téléphonie et la transmission de données sont calculées pour différents secteurs professionnels au moyen d'un profil de marché (répartition des emplois par secteur).

B.2.2 *Abonnés résidentiels*

Des groupes de discussion sur les interrruptions peuvent être organisés pour arriver à une évaluation raisonnable. Si on constate que les usagers ne sont pas disposés à payer davantage pour améliorer la sûreté de fonctionnement, on attribue au facteur *c* une valeur relativement basse.

B.3 *Dérangements partiels*

L'interruption partielle d'une relation se traduit, pour l'usager, par des frais dus essentiellement aux retards des transactions commerciales. En appliquant un salaire horaire calculé, les frais sont évalués pour les abonnés d'affaires. Sur la base d'informations relatives au volume du trafic commercial et privé, on obtient une valeur moyenne du facteur *c* pour le trafic perturbé par des dérangements partiels.

B.4 *Résultats*

Le tableau B-1/E.862 donne quelques exemples de chiffres obtenus par l'Administration suédoise. Ces chiffres ont été utilisés dans divers cas de planification. La perte de recettes des Administrations y est incluse. Les montants des dépenses et les taux de change sont ceux du 1er janvier 1986 [1 SEK (couronne suédoise) ≈ 0,1 dollar des Etats-Unis].

TABLEAU B-1/E.862

Evaluation économique des communications empêchées (*c*)		
Champ d'application	Classe de défaillance	
	Dérangement total ($P = 1$)	Dérangement partiel ($P < 0{,}5$)
Abonnés d'affaires ayant un gros volume de trafic de données	1000 SEK/Eh	250 SEK/Eh
Sur le réseau à grande distance	400 SEK/Eh	100 SEK/Eh
Usagers dans une zone à faible densité de population. Coût élevé des communications de remplacement	200 SEK/Eh	50 SEK/Eh
Valeur moyenne pour les zones comportant surtout des abonnés résidentiels	100 SEK/Eh	25 SEK/Eh
Zones résidentielles avec accès aisé aux services essentiels. Faible coût des communications de remplacement	30 SEK/Eh	10 SEK/Eh

SECTION 5

RASSEMBLEMENT DE DONNÉES D'EXPLOITATION, ANALYSE ET ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES ÉQUIPEMENTS, DES RÉSEAUX ET DES SERVICES

Recommandation E.880

COLLECTE ET ÉVALUATION DE DONNÉES D'EXPLOITATION SUR LA QUALITÉ DES ÉQUIPEMENTS, DES RÉSEAUX ET DES SERVICES

1 Introduction

La présente Recommandation donne des indications pour recueillir en exploitation des données concernant la sûreté de fonctionnement. Elle couvre des aspects généraux et donne un aperçu des sources, des mesures et des informations qui peuvent intervenir dans la collecte des données en exploitation. En principe, les besoins pratiques spécifiques du personnel chargé de l'exploitation, de la maintenance et de la planification en ce qui concerne l'application de ces directives, seront traitées dans un manuel qui est en préparation.

Cette Recommandation souligne que pour être utiles les données relatives à la fiabilité doivent porter tant sur le fonctionnement normal (sans défaillance) que sur les défaillances et les dérangements. La présente Recommandation n'est donc pas uniquement destinée à faciliter la notification des dérangements.

Elle s'applique sans restriction aux différents équipements, qu'il s'agisse d'éléments ou de systèmes et de réseaux complets (matériel, logiciel et personnel).

Les termes et les définitions utilisés sont conformes à la Recommandation E.800.

2 Portée

La présente Recommandation fournit des directives pour établir des plans de collecte et de notification de données que les grandes entreprises d'exploitation et de maintenance pourront utiliser pour surveiller soit des échantillons d'entités ou, sur une base plus étendue, presque toutes les entités (d'un même type) de la plupart des équipements.

Il est estimé que l'observation de ces directives permettra d'obtenir une notification de données précise et complète et d'améliorer à moyen ou à long terme la qualité des entités et des éléments surveillés. Bien plus, cela facilitera l'échange d'informations entre les usagers et les fournisseurs.

On ne donnera pas de directives pour organiser la logistique de maintenance. Mais il est entendu que certaines entités sont réparées ou remplacées sur place et peut-être réparées dans des installations centralisées. Des données d'exploitation peuvent être obtenues pour chacune de ces opérations.

Pour que la collecte des données soit aussi efficace que possible, il est suggéré que les programmes de notification, d'analyse et de diffusion des résultats soient bien coordonnés.

Les entités en question peuvent avoir été conçues, fabriquées ou installées et être exploitées par la même entreprise ou par des entreprises différentes. La présente Recommandation s'applique à tous les cas possibles de relations entre fournisseurs et utilisateurs.

3 Nécessité de recueillir des données

Un plan de collecte de données doit avoir pour but de fournir des informations permettant de prendre des décisions appropriées pour atteindre les objectifs fixés; ces objectifs doivent être bien définis et précisés dès le début.

Les objectifs spécifiques de la collecte de données en exploitation et de la présentation de ces données sont les suivantes:

a) donner une description de la qualité effective de fonctionnement des entités surveillées pour une information utile destinée à la gestion, l'exploitation et la planification, la logistique de maintenance, la formation du personnel, etc.

b) indiquer le cas échéant la nécessité d'améliorer:
   - des entités déjà installées et en exploitation, ou
   - des entités devant être livrées;

c) comparer les caractéristiques spécifiées ou prévues, de la ou des entités avec les caractéristiques effectives d'exploitation;

d) améliorer la conception des futures entités;

e) améliorer les prévisions (bases de données et procédures);

f) confirmer au fournisseur les caractéristiques du fonctionnement effectif des entités, périodiquement ou une seule fois;

g) disposer d'une base commune pour établir les rapports.

4 Origines et modalités de recueil des données

Les paragraphes ci-après décrivent les diverses sources d'information ainsi que les méthodes permettant de recueillir systématiquement des informations.

4.1 *Origines des données*

Des données peuvent en général être obtenues à partir:
- des activités de maintenance;
- des activités de réparation (sur place, dans un centre de réclamation et/ou de réparation);
- des activités d'observation de la qualité de fonctionnement (par exemple, notification des anomalies, mesures de trafic);
- de la documentation existante (par exemple, liste des stocks, liste d'installation, modifications, base de données régulièrement mise à jour pour adaptation de la configuration).

4.2 *Modalités de recueil des données*

Il n'est pas recommandé de format particulier pour présenter les rapports (sur papier ou base de données informatisée) mais il est reconnu que le choix du format à un stade précoce est nécessaire et important pour élaborer un plan de collecte de données efficace et que cela facilite en outre le traitement ultérieur des données.

Le recueil des données sera bien souvent manuel mais on peut l'envisager également avec des systèmes automatiques et interactifs. Il y a avantage à disposer de données pouvant être traitées par un système informatique; elles seront ainsi facilement et exactement mises à jour et on pourra faire de nouvelles analyses plus nombreuses.

Les données peuvent être recueillies selon l'une des modalités suivantes:

4.2.1 *Notification des données d'exploitation*

La notification des données d'exploitation doit être complétée par des précisions sur l'utilisation des entités. Quand des systèmes sont mis en service pour notifier tous les dérangements, il est nécessaire de recueillir des données sur l'ensemble des entités utilisées (nombre total d'entités identiques à observer).

4.2.2 *Notification des dérangements*

A chaque niveau, la notification des dérangements dépend des moyens de détection des dérangements utilisés au niveau considéré: les cas «dérangement non décelé» ou «fonctionnement normal pendant l'essai» doivent être clairement indiqués.

La notification des dérangements doit couvrir tous les dérangements qui ont été observés. Elle doit également fournir des renseignements suffisants pour repérer les dérangements. Les dérangements dont une action quelconque de maintenance est jugée responsable doivent être indiqués comme tels.

La notification des dérangements doit être suffisamment complète pour permettre une enquête détaillée au sujet d'un dérangement donné et de la panne qui en résulte. S'il n'est pas souhaitable, pour des raisons économiques ou en raison de l'insuffisance des ressources, de recueillir toutes les données indiquées à propos d'un dérangement, il pourra y avoir avantage à convenir d'une notification abrégée qui pourra servir à recueillir des données moins nombreuses sur tous les dérangements pertinents, et à prévoir l'élaboration, le cas échéant, d'une notification complète.

4.2.3 *Notification de maintenance*

La notification de maintenance doit fournir tous les détails des mesures manuelles ou automatiques qui sont prises pour permettre l'entité en état.

Il faut établir une distinction entre les notifications de maintenance corrective et de maintenance préventive. Si l'action de maintenance ne se traduit pas par un remplacement ou une réparation, il s'agit de notification de maintenance préventive. Dans le cas contraire, la notification pourra correspondre à la maintenance corrective, même si l'entité n'est pas en fait tombée en panne.

4.3 *Procédures de stockage, de mise à jour et de vérification*

Indépendamment de la structure choisie pour le stockage des données, il faut contrôler les données au moment de leur mise en mémoire de façon à en garantir la validité.

Il est évident qu'il convient d'étudier de près les besoins de toute banque de données afin de définir la meilleure méthode pour contrôler et actualiser les données et corriger les erreurs.

5 Liste des caractéristiques relatives à la sûreté de fonctionnement

Le choix des données à recueillir dépend beaucoup du type des mesures à évaluer/estimer.

La notification des données d'exploitation sera peut-être, pour des raisons économiques, limitée au minimum nécessaire pour satisfaire aux conditions requises, mais les systèmes de collecte devront pouvoir être développés ultérieurement.

Certaines ayant bien souvent plusieurs usages, un examen attentif pourra aboutir à la mise au point d'un plan de collecte de données présentant les meilleures caractéristiques de coût/efficacité.

Les mesures de la sûreté de fonctionnement qu'on peut envisager sont énumérées ci-après.

5.1 *Fiabilité*

Taux de défaillance
Intensité des dérangements
Intensité de remplacement
Moyenne des temps de fonctionnement entre défaillances
[.][1] Temps de disponibilité.

5.2 *Maintenabilité*

5.2.1 *Mesures en fonction du temps*

[.][1] Temps d'indisponibilité
[.][1] Délai technique
[.][1] Temps de localisation (de panne)
[.][1] Temps de correction de panne
[.][1] Temps de rétablissement
[.][1] Temps de vérification (du fonctionnement)
[.][1] Temps de réparation
[.][1] Temps de maintenance corrective active.

---

[1] [.] indique selon les applications considérées une valeur moyenne ou un fractile.

5.2.2 *Probabilités*

Probabilité de couverture d'un dérangement
Probabilité de fausse alarme
Probabilité de non-détection d'un dérangement
Probabilité de détection de l'alarme
Probabilité qu'une défaillance soit localisée dans un nombre donné d'unités remplaçables.

5.3 *Logistique de maintenance*

5.3.1 *Mesures en fonction du temps*

[.][2] Délai logistique
[.][2] Délai administratif.

5.3.2 *Probabilités*

Probabilité de pénurie de pièces détachées
Probabilité de pénurie de ressources pour les essais
Probabilité de pénurie de ressources humaines.

5.4 *Disponibilité*

Disponibilité asymptotique
[.][2] Durée cumulée d'indisponibilité.

6 Données requises

Les objectifs précités montrent qu'il faut disposer d'un système assurant la collecte de donnés concernant:

a) l'identité des entités ou population d'entités observées;
b) les conditions d'exploitation;
c) les conditions logistiques de maintenance;
d) le contrôle de la qualité de fonctionnement.

Pour chaque entité, des informations suffisantes doivent être enregistrées pour identifier clairement l'entité proprement dite et son contexte de fonctionnement.

Selon l'entité considérée (par exemple équipement, carte de circuits imprimés, composants, personnel), et selon la profondeur et le type d'analyse des données recueillies, on utilisera, dans chaque cas, les données d'identification des entités nécessaires.

L'identification des entités doit par ailleurs permettre d'analyser les relations entre les entités pour lesquels des données sont recueillies.

En ce qui concerne l'analyse à effectuer, certaines entités peuvent être considérées comme équivalentes, de sorte qu'il n'est pas toujours nécessaire de recueillir des données séparées sur toutes les entités.

Les renseignements ci-après pourront être nécessaires; ils pourraient être recueillis ou seront obtenus auprès de sources existantes:

- type d'entité
- fabricant/fournisseur
- configuration de l'entité
- numéro individuel ou numéro de série
- date de fabrication
- fournisseur
- date de livraison

---

[2] [.] indique selon les applications considérées une valeur moyenne ou un fractile.

- installateur (firme)
- date d'installation
- client (nom)
- emplacement (géographique)
- système.

On examinera les limitations éventuelles dues à une collecte de données incomplètes, voire à des difficultés de recueil, des données ou aux hypothèses retenues pour cette collecte.

Le choix des types de données à recueillir et la conception de la procédure à appliquer pour cela dépendent de nombreux facteurs; on peut citer:

- le résultat final recherché;
- la diversité des composants ou des systèmes;
- la durée du projet de recueil de données;
- la méthode de traitement des données (manuel ou informatique);
- une connaissance suffisante des possibilités de recueillir le volume de données nécessaire et l'accessibilité des données à recueillir.

6.1 *Nombre d'entités à considérer*

Le nombre d'entités à considérer dépend principalement des caractéristiques prévues, de l'aspect statistique de l'évaluation à effectuer et du coût correspondant.

6.2 *Informations sur les équipements considérés*

6.2.1 *Conditions d'exploitation*

6.2.1.1 *Classes d'environnement*

a) Fixe (extérieur, intérieur, souterrain, marin, sous-marin, etc.);
b) Portatif (élément conçu spécialement pour faciliter le transport par une seule personne);
c) Mobile (dans un véhicule à moteur, un navire, un aéronef);
d) Autres (à spécifier).

6.2.1.2 *Données relatives à l'environnement*

a) Conditions climatiques
   - protégé des intempéries,
   - non protégé des intempéries,
   - température de l'air,
   - pression atmosphérique,
   - humidité;

b) Environnement électrique;
c) Caractéristiques mécaniques (vibrations, chocs, secousses);
d) Substances à action mécanique (sable, poussière, etc.);
e) Substances à action chimique;
f) Conditions biologiques.

6.2.1.3 *Mode de fonctionnement*

a) Continu;
b) Intermittent (indiquer les cycles);
c) De réserve;
d) Utilisation unique (par exemple, dispositif non réutilisable);
e) Stockage.

6.2.1.4 *Conditions de charge*

a) Surcharge;
b) Autres (à spécifier).

6.3 *Description de la défaillance du dérangement*

- Reconnaissance du dérangement: symptômes et indications, dérangement décelé, dérangement non décelé, fausse alarme.
- Mode de dérangement de l'entité (repérage des fonctions affectées).
- Causes de la défaillance:
  a) Défaillance due à l'entité observée;
  b) Défaillance due à une mauvaise utilisation;
  c) Défaillance résultant d'une mesure administrative ou d'une action maintenance;
  d) Défaillance ayant une cause extérieure;
  e) Défaillance due à une cause secondaire (due à des entités connexes);
  f) Autres causes.

  Quand la défaillance se produit immédiatement après une période de transport, de stockage ou de mise en réserve, ces circonstances seront indiquées.
- Conséquences de la panne
- Liste (identification) et emplacement des éléments défectueux remplacés:
  a) quantité d'entités pouvant être remplacées;
  b) quantité d'entités remplacées.
- Preuve et éléments de preuve (document imprimé, photographie, etc.) de la panne.
- Mesures prises (remplacement, réparation, adaptation, modification, graissage, etc.).
- Durée de la maintenance active: (diagnostic + réparation + essais + ...).
- Temps d'indisponibilité comprenant s'il y a lieu:
  - temps de non-détection de panne,
  - temps de localisation de panne,
  - délai de reconfiguration[3)],
  - délai technique,
  - délai logistique,
  - délai administratif,
  - temps de correction de panne,
  - temps de vérification (du fonctionnement),
  - délai de rétablissement.

6.4 *Données de logistique de maintenance*

- pénurie de pièces détachées,
- pénurie de ressources pour les essais,
- pénurie de ressources.

7 Présentation des données aux fins d'évaluation

Lorsque des données collectées sont destinées à être évaluées ultérieurement au moyen de méthodes statistiques appropriées, toutes les conditions relatives à leur utilisation et à leur compréhension correctes doivent être clairement énoncées.

[3)] Délai nécessaire pour une reconfiguration automatique (si des opérations manuelles sont nécessaires, elles sont comprises dans le délai technique).

Ces conditions doivent englober l'objet de la collecte des données, notamment en ce qui concerne le type et la variation des données choisies. Des informations concernant les circonstances doivent également être fournies, notamment à propos du moment (par exemple, heure chargée), du lieu (par exemple, considérations géographiques) et de la durée du rassemblement des données. Des situations spécifiques, qui peuvent éventuellement limiter l'application et l'utilisation des données, doivent être indiquées, par exemple en ce qui concerne les difficultés rencontrées, les hypothèses particulières qui ont été faites et la non-exhaustivité.

En outre, il convient de tenir compte de la forme de présentation: le cas échéant, une forme condensée (par exemple, diagrammes, histogrammes) peut être préférée à une présentation détaillée des données brutes.

8 Méthodes statistiques de traitement des données

Dans la plupart des cas, le traitement des données est nécessaire à l'une des activités suivantes:

- estimation;
- évaluation de conformité;
- contrôle de la qualité de fonctionnement;
- comparaison de la qualité de fonctionnement.

Pour chaque aptitude considérée, les estimations, les essais fondés sur des hypothèses, les diagrammes de vérification et les techniques de comparaison sont utilisés pour l'évaluation.

Pour appliquer une procédure statistique donnée, il faut habituellement se placer dans le cadre de certaines conditions et hypothèses générales qui doivent être examinées attentivement. Certains de ces examens préliminaires concernent directement les propriétés et les caractéristiques du processus stochastique générateur des données rassemblées, d'autres concernent la distribution de ces données.

Il se peut que des travaux préliminaires et le traitement des données nécessitent l'utilisation de procédures statistiques qui n'ont pas été étudiées dans la présente Recommandation. Des instances internationales autres que le CCITT (par exemple, la CEI) ont publié des documents intéressants dans ce domaine [1].

Référence

[1] Commission électrotechnique internationale – Catalogue des publications, Edition 1987.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

PARTIE IV

SUPPLÉMENTS AUX RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE E RELATIFS À LA GESTION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE ET À L'INGÉNIERIE DU TRAFIC TÉLÉPHONIQUE

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

TABLE DE LA FORMULE D'ERLANG

Table de la formule des appels perdus d'Erlang (formule n° 1 d'Erlang, aussi appelée formule B d'Erlang)

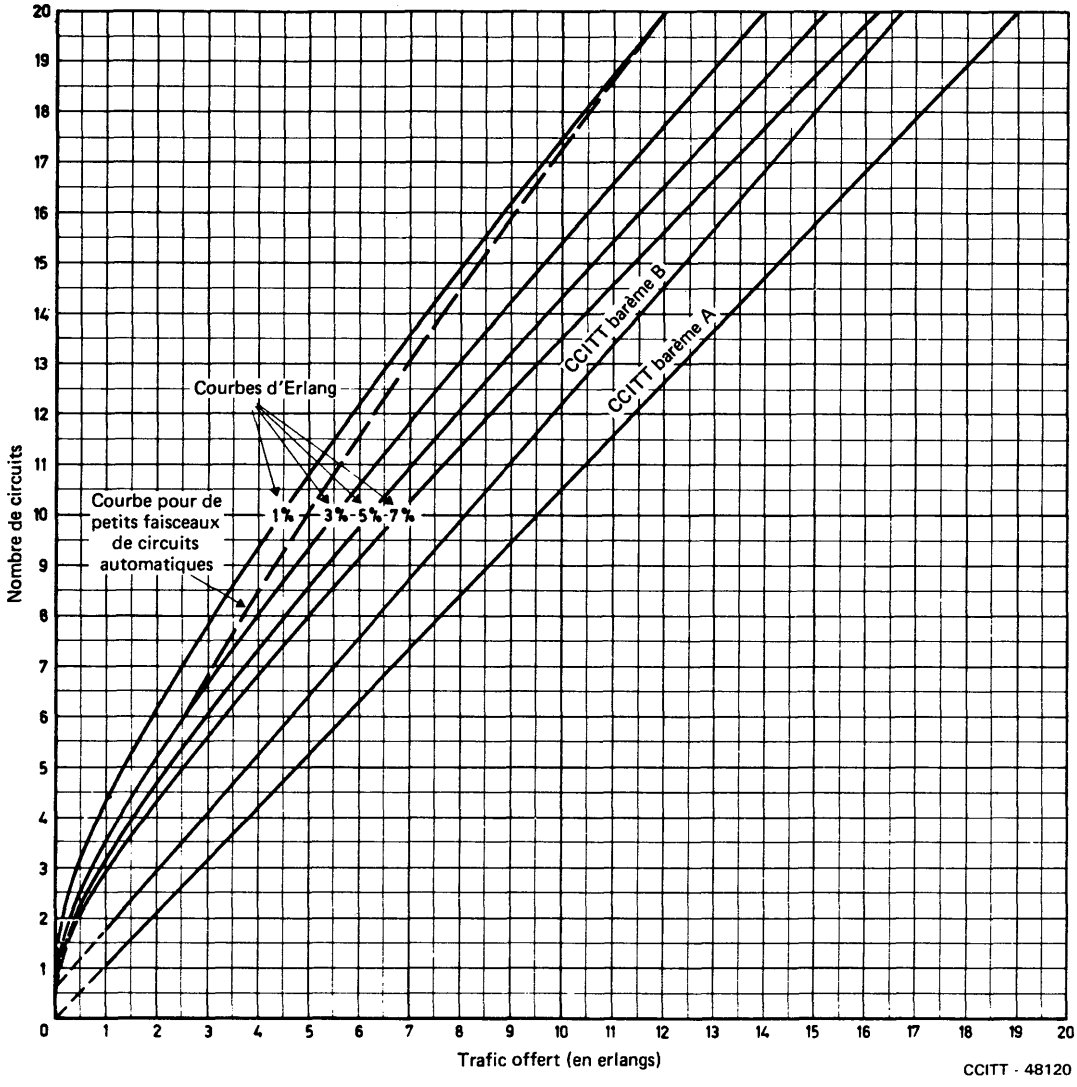
Probabilités de perte: 1%, 3%, 5%, 7%.

Soit p = la probabilité de perte,
y = le trafic à écouler (en erlangs),
n = le nombre de circuits.

Formule: $$E_{1,n}(y) = p = \frac{\frac{y^n}{n!}}{1 + \frac{y}{1} + \frac{y^2}{2!} + \ldots + \frac{y^n}{n!}}$$

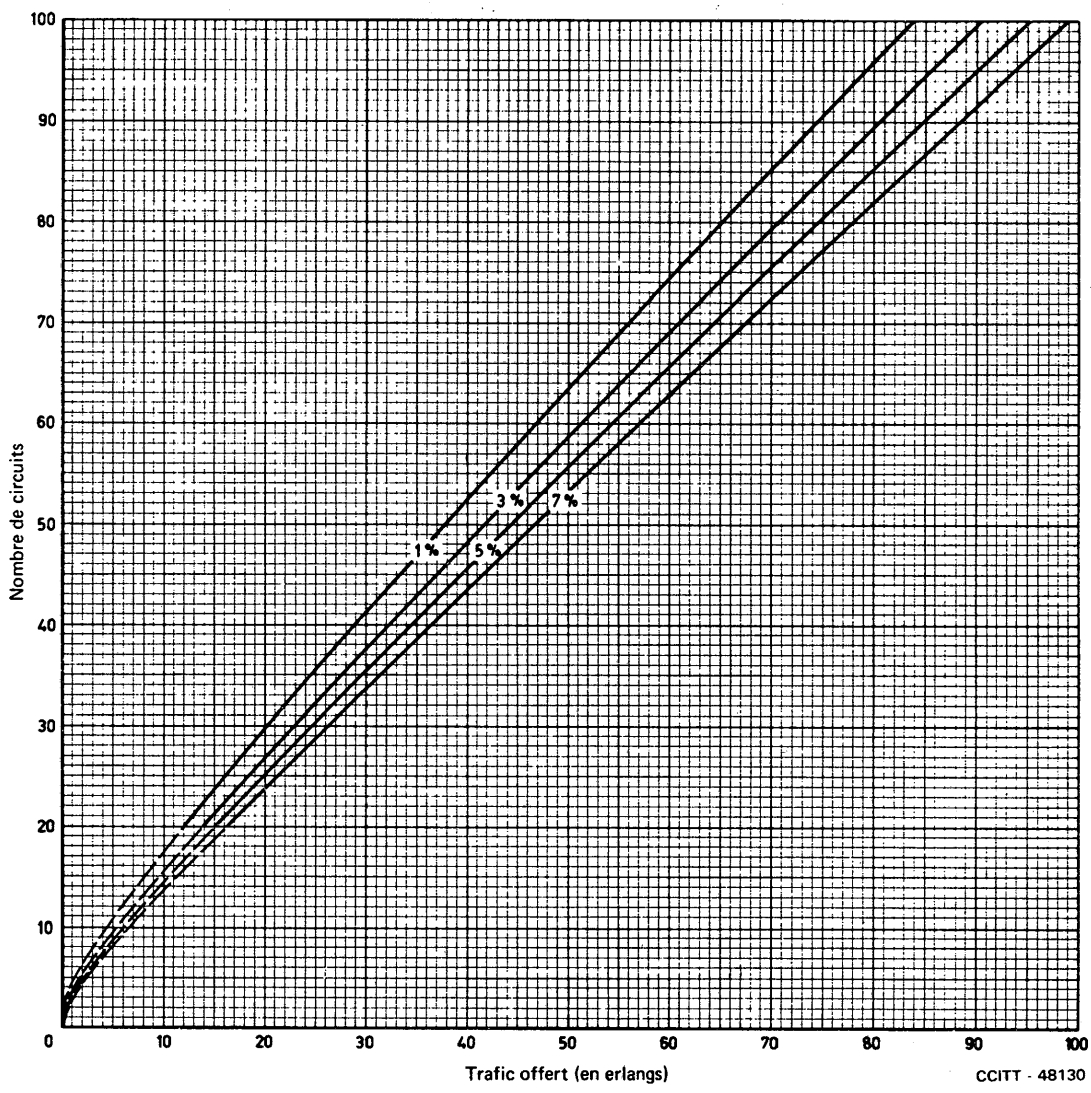
n	$p = 1\,\%$	$p = 3\,\%$	$p = 5\,\%$	$p = 7\,\%$	n	$p = 1\,\%$	$p = 3\,\%$	$p = 5\,\%$	$p = 7\,\%$
1	0,01	0,03	0,05	0,08	51	38,80	42,89	45,53	47,72
2	0,15	0,28	0,38	0,47	52	39,70	43,85	46,53	48,76
3	0,46	0,72	0,90	1,06	53	40,60	44,81	47,53	49,79
4	0,87	1,26	1,53	1,75	54	41,50	45,78	48,54	50,83
5	1,36	1,88	2,22	2,50	55	42,41	46,74	49,54	51,86
6	1,91	2,54	2,96	3,30	56	43,31	47,70	50,54	52,90
7	2,50	3,25	3,74	4,14	57	44,22	48,67	51,55	53,94
8	3,13	3,99	4,54	5,00	58	45,13	49,63	52,55	54,98
9	3,78	4,75	5,37	5,88	59	46,04	50,60	53,56	56,02
10	4,46	5,53	6,22	6,78	60	46,95	51,57	54,57	57,06
11	5,16	6,33	7,08	7,69	61	47,86	52,54	55,57	58,10
12	5,88	7,14	7,95	8,61	62	48,77	53,51	56,58	59,14
13	6,61	7,97	8,84	9,54	63	49,69	54,48	57,59	60,18
14	7,35	8,80	9,73	10,48	64	50,60	55,45	58,60	61,22
15	8,11	9,65	10,63	11,43	65	51,52	56,42	59,61	62,27
16	8,88	10,51	11,54	12,39	66	52,44	57,39	60,62	63,31
17	9,65	11,37	12,46	13,35	67	53,35	58,37	61,63	64,35
18	10,44	12,24	13,39	14,32	68	54,27	59,34	62,64	65,40
19	11,23	13,11	14,31	15,29	69	55,19	60,32	63,65	66,44
20	12,03	14,00	15,25	16,27	70	56,11	61,29	64,67	67,49
21	12,84	14,89	16,19	17,25	71	57,03	62,27	65,68	68,53
22	13,65	15,78	17,13	18,24	72	57,96	63,24	66,69	69,58
23	14,47	16,68	18,08	19,23	73	58,88	64,22	67,71	70,62
24	15,29	17,58	19,03	20,22	74	59,80	65,20	68,72	71,67
25	16,13	18,48	19,99	21,21	75	60,73	66,18	69,74	72,72
26	16,96	19,39	20,94	22,21	76	61,65	67,16	70,75	73,77
27	17,80	20,31	21,90	23,21	77	62,58	68,14	71,77	74,81
28	18,64	21,22	22,87	24,22	78	63,51	69,12	72,79	75,86
29	19,49	22,14	23,83	25,22	79	64,43	70,10	73,80	76,91
30	20,34	23,06	24,80	26,23	80	65,36	71,08	74,82	77,96
31	21,19	23,99	25,77	27,24	81	66,29	72,06	75,84	79,01
32	22,05	24,91	26,75	28,25	82	67,22	73,04	76,86	80,06
33	22,91	25,84	27,72	29,26	83	68,15	74,02	77,87	81,11
34	23,77	26,78	28,70	30,28	84	69,08	75,01	78,89	82,16
35	24,64	27,71	29,68	31,29	85	70,02	75,99	79,91	83,21
36	25,51	28,65	30,66	32,31	86	70,95	76,97	80,93	84,26
37	26,38	29,59	31,64	33,33	87	71,88	77,96	81,95	85,31
38	27,25	30,53	32,62	34,35	88	72,81	78,94	82,97	86,36
39	28,13	31,47	33,61	35,37	89	73,75	79,93	83,99	87,41
40	29,01	32,41	34,60	36,40	90	74,68	80,91	85,01	88,46
41	29,89	33,36	35,58	37,42	91	75,62	81,90	86,04	89,52
42	30,77	34,30	36,57	38,45	92	76,56	82,89	87,06	90,57
43	31,66	35,25	37,57	39,47	93	77,49	83,87	88,08	91,62
44	32,54	36,20	38,56	40,50	94	78,43	84,86	89,10	92,67
45	33,43	37,16	39,55	41,53	95	79,37	85,85	90,12	93,73
46	34,32	38,11	40,54	42,56	96	80,31	86,84	91,15	94,78
47	35,22	39,06	41,54	43,59	97	81,24	87,83	92,17	95,83
48	36,11	40,02	42,54	44,62	98	82,18	88,82	93,19	96,89
49	37,00	40,98	43,53	45,65	99	83,12	89,80	94,22	97,94
50	37,90	41,93	44,53	46,69	100	84,06	90,79	95,24	98,99

COURBES MONTRANT LA RELATION ENTRE LE TRAFIC OFFERT ET LE NOMBRE DE CIRCUITS NÉCESSAIRES



Relations entre le trafic (en erlangs) offert et le nombre de circuits nécessaires dans le cas:
— des barèmes A et B du tableau 1/E.510;
— de la formule d'Erlang (p = 1%, 3%, 5% et 7%);
— de la courbe pour de petits faisceaux de circuits automatiques (voir l'annexe A à la Recommandation E.520).

FIGURE 1
Nombre des circuits compris entre 1 et 20



Relation entre le trafic (en erlangs) offert et le nombre de circuits nécessaires suivant la formule d'Erlang (p = 1 %, 3 %, 5 % et 7 %).

FIGURE 2

Nombre des circuits compris entre 1 et 100

Supplément n° 3

INFORMATIONS SUR L'ACHEMINEMENT DU TRAFIC DANS LE RÉSEAU INTERNATIONAL

(Résultats de l'étude de la Question 11/XIII de la période 1973-1976, portant sur des communications téléphoniques internationales réelles)

(Pour le texte de ce supplément, voir le supplément n° 7 du tome II.2 du *Livre orange*, Genève, 1976)

Supplément n° 4

UTILISATION DE L'ORDINATEUR POUR LA PLANIFICATION DES RÉSEAUX ET LA PRÉVISION DES MOYENS D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC

(Pour le texte de ce supplément, voir le supplément n° 8 du tome II.2 du *Livre orange*, Genève, 1976)

Supplément n° 5

RÉPERCUSSIONS, SUR LA COMMUTATION INTERNATIONALE ET LES PROCÉDURES D'EXPLOITATION, DES PERTURBATIONS DU TRAFIC RÉSULTANT DE LA DÉFAILLANCE D'UN MOYEN DE TRANSMISSION

1 Au cours de la dernière décennie, des changements très importants se sont manifestés dans le réseau international. Les causes principales de ces changements sont les suivantes:

- l'augmentation du nombre des voies d'acheminement à longue distance;
- l'augmentation du nombre de circuits des différentes voies d'acheminement à longue distance;
- l'introduction dans le monde entier de l'exploitation automatique internationale;
- l'évolution technique de tous les éléments concourant à la constitution du réseau international: conception des autocommutateurs et des moyens de transmission, et stratégie des acheminements et de l'exploitation;
- l'intégration dans le réseau automatique international des zones géographiques les plus isolées et de centres équipés de commutateurs internationaux à faible capacité.

2 La multiplicité des conditions et des situations qui en résultent pour le réseau international est maintenant telle qu'il n'est plus possible de définir uniquement un seul critère pour déclencher des actions correctives en cas de défaillance d'un moyen de transmission. En fait, l'interruption du fonctionnement de la totalité ou d'une partie d'un moyen de transmission peut se manifester de façon différente pour chacune des Administrations concernées par cette interruption.

3 Il existe de nombreux aspects suivant lesquels la défaillance d'un moyen de transmission est susceptible d'influer au plan international sur la commutation et les procédures d'exploitation du fait des perturbations de trafic et, par là même, d'amoindrir la capacité d'une partie du réseau international, au point de l'empêcher d'écouler normalement la charge de trafic qui lui est assignée. Parmi ces aspects, il convient de mentionner les suivants (leur ordre n'ayant pas d'importance):

- l'introduction de l'exploitation internationale entièrement automatique, à la suite de laquelle la commande des manœuvres de l'appel qui, auparavant, dépendait complètement de l'opératrice, dépend maintenant directement du comportement des abonnés;
- le nombre de voies d'acheminement qui peuvent être affectées (par la défaillance) et leur proportion en comparaison du nombre total de voies connectées directement à l'unité de commutation; leur éventail peut aller d'une voie d'acheminement complète à quelques circuits par voie d'un acheminement assuré au moyen d'un grand nombre de voies et cet éventail dépend de la méthode d'affectation des circuits sur les différents moyens de transmission;
- l'influence des voies d'acheminement pour lesquelles il n'existe aucun autre moyen de transmission sur le comportement de l'unité de commutation internationale à laquelle elles sont connectées;
- l'influence de l'unité de commutation elle-même sur la qualité d'écoulement du trafic et sur la disparition, totale ou partielle, d'une ou de plusieurs voies d'acheminement directement connectées à cette unité;
- les méthodes permettant de limiter l'incidence de la défaillance d'un moyen de transmission sur le service au moyen d'une action dans l'unité de commutation (ou dans l'unité de commutation internationale ou nationale en amont), par exemple, par blocage de codes ou par annonces enregistrées;

– la cause de l'interruption et, par conséquent, le délai possible de rétablissement, considéré par rapport au profil type de répartition du trafic sur 24 heures;
– l'effet d'une défaillance sur les stratégies de débordement et de détournement automatique du trafic;
– le recours à une diversification des unités de commutation internationales;
– le recours à une diversification des moyens internationaux de transmission.

4 Il convient encore d'insister sur l'importance de quatre facteurs qui jouent un rôle essentiel dans le maintien de la continuité de service:
– la fiabilité,
– la diversification,
– la gestion du réseau, et
– toute redondance spécifiquement destinée à permettre le rétablissement du service.

5 Il est évident que, dans la pratique, aucun moyen de transmission ne peut avoir une fiabilité de 100%; il est donc inévitable que les trois autres facteurs interviennent à des degrés divers dans le maintien du service. L'interaction de ces quatre facteurs dépend en grande partie de l'importance que chaque Administration accorde à chacun d'eux, ce qui tend à confirmer que l'importance des actions correctives qui peuvent être décidées dépend en grande partie de la politique d'investissement (en matériels d'équipement) et des objectifs de planification des diverses Administrations.

6 En ce qui concerne la diversification, il est recommandé que les Administrations étudient la création d'un nombre de trajets suffisant pour une voie d'acheminement donnée en assurant à chaque trajet l'indépendance appropriée. Il serait ainsi possible d'atténuer les effets d'une défaillance ou de toute autre panne en les limitant, autant que possible, à l'un des trajets.

7 Pour aider les Administrations dans l'étude des aspects de la commutation internationale et des procédures d'exploitation se rapportant au télétrafic et influant sur le degré d'amputation du service résultant d'une défaillance des moyens de transmission, ces quatre éléments sont repris dans la Question 23/II sur la continuité du service dont l'étude doit être entreprise au cours de la période d'études 1985-1988.

Supplément n° 6

TERMES ET DÉFINITIONS POUR LES ÉTUDES SUR LA QUALITÉ DE SERVICE, LA QUALITÉ TECHNIQUE DU RÉSEAU, LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT ET LA TRAFICABILITÉ

— SOMMAIRE

PARTIE I – **Vocabulaire de la sûreté de fonctionnement**

1 *Introduction*

2 *Recommandations connexes*

3 *Notions de base*

4 *Aptitude*

5 *Evénements et états*
5.1 Défauts
5.2 Défaillances
5.3 Pannes
5.4 Erreurs
5.5 Etats

6 *Maintenance*

7 *Notions temporelles*

7.1 Notions temporelles liées à la maintenance

7.2 Notions temporelles liées à l'état d'une entité

7.3 Notions temporelles liées à la fiabilité

8 *Mesures des caractéristiques*

8.1 Disponibilité

8.2 Fiabilité

8.3 Maintenabilité

8.4 Logistique de maintenance

9 *Essai, donnée, conception et analyse*

9.1 Notions d'essai

9.2 Notions de données

9.3 Notions de conception

9.4 Notions d'analyse

9.5 Processus d'amélioration

10 *Modificateurs des caractéristiques*

PARTIE II – **Vocabulaire statistique**

1 *Introduction*

2 *Termes et définitions*

Annexe A: Liste alphabétique des définitions contenues dans ce supplément

Annexe B: Relations entre les notions défaut, défaillance et panne

Annexe C: Symboles et abréviations recommandés

PARTIE I

Vocabulaire de la sûreté de fonctionnement

1 Introduction

Un ensemble cohérent de termes et de définitions est nécessaire pour l'élaboration et l'utilisation des différentes Recommandations traitant d'aspects relatifs aux spécifications, à la planification, à la collecte de données, à l'analyse et à l'évaluation de la sûreté de fonctionnement, et notamment en ce qui concerne la disponibilité, la fiabilité, la maintenabilité et la logistique de maintenance. Ces besoins correspondent à l'éventail complet des aspects opérationnels et de maintenance propres aux réseaux de communication, aux centres de commutation, aux voies d'acheminement et aux voies de transmission, etc., quels que soient les types de service dont il s'agit, y compris les aspects liés à la fourniture de la maintenance nécessaire.

Le vocabulaire proposé dans ce supplément intéresse également les aspects liés à la qualité de service et à la qualité technique du réseau. Les relations conceptuelles entre qualité de service et qualité technique du réseau vis-à-vis de la sûreté de fonctionnement et d'autres aptitudes connexes des entités sont représentées à la figure 1. D'autres renseignements concernant ces aptitudes figurent dans la Recommandation E.800.

Ce vocabulaire fournit également le lien nécessaire entre les aptitudes des éléments et les unités modulaires (matériel et logiciel) des réseaux à tous les niveaux d'intervention (référence définition 6019).

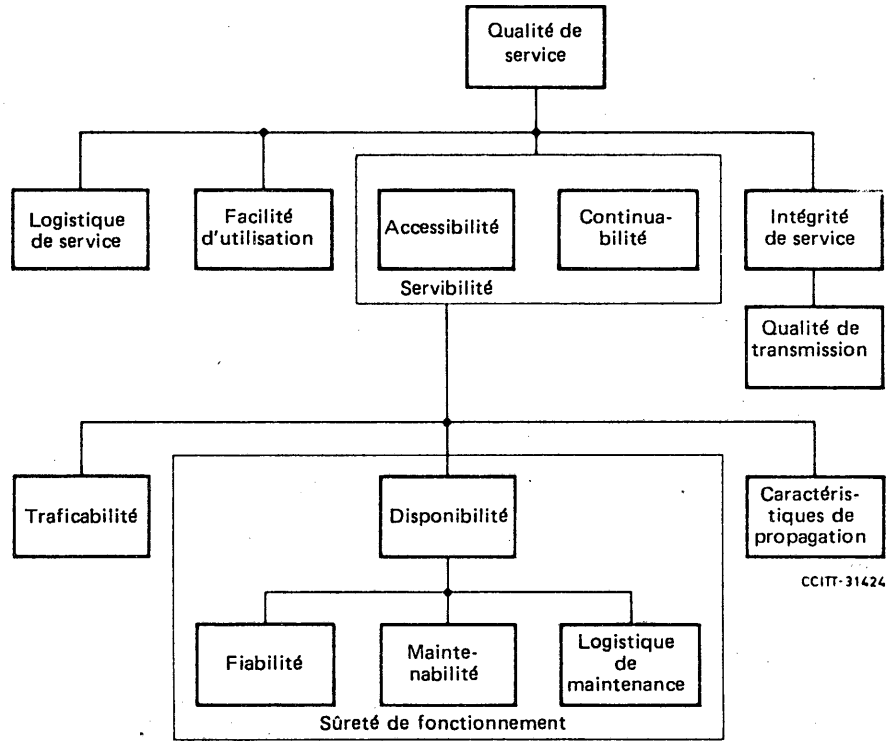


FIGURE 1

La sûreté de fonctionnement et ses relations avec les autres notions d'aptitude

Pour ce qui a trait à l'application quantitative et à la détermination des mesures, il y a lieu de se reporter aux termes et définitions de la partie II de ce supplément.

2 Recommandations connexes

E.600 – Termes et définitions relatifs à l'ingénierie du trafic

E.800 – Vocabulaire de la qualité de service et de la sûreté de fonctionnement

3 Notions de base

3001 entité; individu

E: item; entity

S: elemento; entidad; ítem

Tout élément, dispositif, sous-système, unité fonctionnelle, équipement ou système que l'on peut considérer individuellement.

Remarque 1 – Une *entité* peut être constituée de matériel, de logiciel, ou des deux à la fois, et peut aussi comprendre du personnel, par exemple les opératrices d'un système téléphonique manuel.

Remarque 2 – Le terme français *entité* remplace le terme *dispositif* employé précédemment dans ce sens, parce que ce dernier terme a un autre sens usuel, équivalent au terme anglais «device».

Remarque 3 – Le terme français *individu* est employé principalement en statistique.

3002 **entité réparée**

E: repaired item

S: elemento reparado

Entité réparable qui est effectivement réparée après *défaillance.*

3003 **entité non réparée**

E: non-repaired item

S: elemento no reparado

Entité qui n'est pas réparée après *défaillance.*

Remarque – Une *entité non réparée* peut être réparable ou non.

3005 **fonction requise**

E: required function

S: función requerida

Fonction ou ensemble de fonctions d'une *entité* dont l'accomplissement est considéré comme nécessaire pour la fourniture d'un *service* donné.

3006 **mode de fonctionnement**

E: functional mode

S: modo de funcionamiento

Sous-ensemble de l'ensemble complet des fonctions possibles d'une *entité.*

3007 **instant**

E: instant of time

S: instante (de tiempo)

Point déterminé sur une échelle de temps.

Remarque – L'échelle de temps peut être continue comme le temps d'horloge ou discrète comme, par exemple, le nombre de cycles d'utilisation.

3008 **intervalle de temps**

E: time interval

S: intervalo de tiempo

Ensemble des *instants* compris entre deux *instants* donnés.

3009 **durée**

E: (time) duration

S: duración

Différence entre les *instants* extrêmes d'un *intervalle de temps.*

3010 **durée cumulée**

E: accumulated time

S: tiempo acumulado

Somme des *durées* pendant lesquelles une situation donnée existe à l'intérieur d'un *intervalle de temps* donné.

3011 **caractéristique** (probabilité); **mesure** (en fiabilité et domaines connexes)

E: measure (as applied in the study of reliability performance and related areas)

S: medida (aplicada en estudios de fiabilidad y de aspectos conexos)

Fonction ou quantité utilisée pour décrire une *variable aléatoire* ou un *processus aléatoire.*

Remarque – Pour une *variable aléatoire,* des exemples de *caractéristiques* sont la *fonction de répartition* et l'*espérance mathématique.*

3012 **exploitation**

E: operation

S: explotación; operación

Combinaison de toutes les actions techniques et des actions administratives correspondantes destinées à permettre à une *entité* d'accomplir une *fonction requise* en l'adaptant selon la nécessité aux variations des conditions extérieures.

Remarque – Les conditions extérieures comprennent, par exemple, la demande de service et les conditions ambiantes.

3013 **modification** (d'une entité)

E: modification (of an item)

S: modificación (de un elemento)

Combinaison de toutes les actions techniques et des actions administatives correspondantes destinées à modifier la *capacité* d'une *entité* à force de transformer, ajouter ou enlever une ou plusieurs *fonctions requises.*

4 Aptitudes

4001 **sûreté de fonctionnement**

E: dependability

S: seguridad de funcionamiento

Ensemble des propriétés qui décrivent la *disponibilité* et les facteurs qui la conditionnent: *fiabilité, maintenabilité* et *logistique de maintenance.*

Remarque – *Sûreté de fonctionnement* est utilisée pour des descriptions générales mais n'a pas un caractère quantitatif.

4002 **disponibilité**

E: availability performance

S: disponibilidad

Aptitude d'une *entité* à être en état de remplir une *fonction requise* à un *instant* donné, ou à un *instant* quelconque d'un *intervalle de temps* donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs éventuellement nécessaires est assurée.

Remarque 1 – La *disponibilité* dépend de la *fiabilité,* de la *maintenabilité* et de la *logistique de maintenance* de l'*entité.*

Remarque 2 – La définition de l'*entité* doit préciser quels sont les moyens considérés comme extérieurs à l'*entité.*

Remarque 3 – Le terme *disponibilité* est aussi employé en français dans le sens de *disponibilité instantanée.*

Remarque 4 – Le terme *disponibilité* a parfois été utilisé en liaison avec le terme *entité* mais ce dernier avait alors un sens entièrement différent de celui qu'il revêt dans le présent supplément.

4003 **fiabilité**

E: reliability performance

S: fiabilidad

Aptitude d'une *entité* à accomplir une *fonction requise*, dans des conditions données, pendant un *intervalle de temps* donné.

Remarque 1 – On suppose en général que l'*entité* est en état d'accomplir la *fonction requise* au début de l'*intervalle de temps* donné.

Remarque 2 – Le terme *fiabilité* est aussi employé en français comme *caractéristique* de cette aptitude.

4004 **maintenabilité**

E: maintainability performance

S: mantenibilidad

Dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'une *entité* à être maintenue ou rétablie dans un état dans lequel elle peut accomplir une *fonction requise*, lorsque la *maintenance* est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits.

Remarque – Le terme *maintenabilité* est aussi employé comme *caractéristique* de cette *entité*.

4005 **logistique de maintenance**

E: maintenance support performance

S: logística de mantenimiento

Aptitude d'une organisation de maintenance à fournir sur demande, dans des conditions données, les moyens nécessaires à la *maintenance* d'une *entité* conformément à une *politique de maintenance* donnée.

Remarque – Les conditions données portent sur l'*entité* elle-même, ainsi que sur les conditions dans lesquelles cette *entité* est utilisée et dans lesquelles on assure sa *maintenance*.

4006 **durabilité**

E: durability

S: durabilidad

Aptitude d'une *entité* à demeurer en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données d'utilisation et de *maintenance* jusqu'à ce qu'un état limite soit atteint.

Remarque – L'état limité d'une *entité* peut être déterminé par la fin de la *durée de vie utile*, par l'inadaptation pour des raisons économiques ou techniques, ou par d'autres facteurs.

5 Evénements et états

5.1 *Défauts*

5101 **défaut**

E: defect

S: defecto

Ecart entre une caractéristique d'une *entité* et la caractéristique voulue.

Remarque 1 – La caractéristique voulue peut être exprimée ou non sous la forme d'une spécification.

Remarque 2 – Un *défaut* peut affecter ou non l'aptitude d'une *entité* à accomplir une *fonction requise*.

Remarque 3 – Le mot français *défaut* est employé dans la norme ISO 2382/XIV au sens de condition accidentelle mettant une *entité* dans l'impossibilité d'assurer son rôle, donc dans le sens du terme *panne*.

5102 **erreur de programmation ; bogue**

E: bug

S: error de programación

Défaut introduit dans un logiciel par une *erreur humaine.*

5103 **défaut critique**

E: critical defect

S: defecto crítico

Défaut considéré comme susceptible de causer des blessures à des personnes ou des dégats matériels importants.

5104 **défaut non critique**

E: non-critical defect

S: defecto no crítico

Défaut autre qu'un *défaut critique.*

5105 **défaut majeur**

E: major defect

S: defecto mayor

Défaut qui est susceptible de provoquer une *défaillance,* ou de réduire de façon importante la possibilité d'utilisation de l'*entité* pour le but qui lui est assigné.

5106 **défaut mineur ; imperfection**

E: minor defect; imperfection

S: defecto menor; imperfección

Défaut autre qu'un *défaut majeur.*

5107 **défectueux ; entité défectueuse**

E: defective; defective item

S: defectuoso; elemento defectuoso

Entité qui présente un ou plusieurs *défauts.*

5108 **défectueux critique**

E: critical defective item

S: elemento defectuoso crítico

Entité qui présente un ou plusieurs *défauts critiques.*

5109 **défectueux majeur**

E: major defective item

S: elemento defectuoso mayor

Entité qui présente un ou plusieurs *défauts majeurs.*

5110 **défectueux mineur**

E: minor defective item

S: elemento defectuoso menor

Entité qui présente un ou plusieurs *défauts mineurs,* mais aucun *défaut majeur.*

5111 **défaut de conception**

E: design defect

S: defecto de diseño

Défaut due à une *erreur* dans la conception d'une *entité.*

5112 **défaut de fabrication**

E: manufacturing defect

S: defecto de fabricación

Défaut d'une *entité* due à une fabrication non conforme à la conception de l'entité ou aux procédés de fabrication spécifiés.

5.2 *Défaillances*

5201 **défaillance**

E: failure

S: fallo

Cessation de l'aptitude d'une *entité* à accomplir une *fonction requise.*

Remarque – Après *défaillance* d'une *entité*, cette *entité* est en *panne.*

5202 **défaillance critique**

E: critical failure

S: fallo crítico

Défaillance considérée comme susceptible de causer des blessures à des personnes ou des dégâts matériels importants.

5203 **défaillance non critique**

E: non-critical failure

S: fallo no crítico

Défaillance autre qu'une *défaillance critique.*

5204 **défaillance par mauvaise utilisation**

E: misuse failure

S: fallo por uso incorrecto

Défaillance due à une utilisation qui entraîne des contraintes dépassant les possibilités fixées d'une *entité.*

5205 **défaillance par fausse manœuvre**

E: mishandling failure

S: fallo por manejo incorrecto

Défaillance d'une *entité* causée par une opération incorrecte ou un manque de précaution.

5206 **défaillance par fragilité (inhérente)**

E: (inherent) weakness failure

S: fallo por fragilidad (inherente)

Défaillance due à une fragilité inhérente à l'*entité* elle-même, lorsqu'elle est soumise à des contraintes restant dans les limites fixées.

5207 **défaillance de conception**

E: design failure

S: fallo de diseño

Défaillance due à un *défaut de conception.*

5208 **défaillance de fabrication**

E: manufacturing failure

S: fallo de fabricación

Défaillance d'une *entité* due à un *défaut de fabrication.*

5209 **défaillance par vieillissement ; défaillance par usure**

E: ageing failure; wearout failure

S: fallo por envejecimiento; fallo por desgaste

Défaillance dont la probabilité d'occurrence augmente avec le temps, par suite de processus inhérents à l'*entité.*

5210 **défaillance soudaine**

E: sudden failure

S: fallo repentino

Défaillance qu'un examen ou un contrôle antérieur n'aurait pas permis de prévoir.

5211 **défaillance progressive ; dégradation ; défaillance par dérive**

E: gradual failure; degradation failure; drift failure

S: fallo gradual; fallo por degradación; fallo por deriva

Défaillance due à une évolution dans le temps des caractéristiques d'une *entité* et qu'un examen ou un contrôle antérieur aurait donc permis de prévoir.

Remarque – Une *défaillance progressive* peut quelquefois être évitée par la *maintenance préventive.*

5212 **défaillance cataleptique**

E: cataleptic failure; catastrophic failure (deprecated)

S: fallo cataléptico; fallo catastrofico (desaconsejado)

Défaillance soudaine qui entraîne une *panne complète.*

5213 **défaillance pertinente ; défaillance à prendre en compte**

E: relevant failure

S: fallo pertinente; fallo relevante

Défaillance à prendre en compte pour interpréter des résultats d'essai ou d'exploitation ou pour calculer une *caractéristique* de *fiabilité.*

Remarque – Les critères de prise en compte doivent être indiqués.

5214 **défaillance non pertinente ; défaillance à ne pas prendre en compte**

E: non-relevant failure

S: fallo no pertinente; fallo irrelevante

Défaillance à ne pas prendre en compte pour interpréter des résultats d'*essais* ou d'exploitation ou pour calculer une *caractéristique* de *fiabilité.*

Remarque – Les critères d'exclusion doivent être indiqués.

5215 **défaillance primaire**

E: primary failure

S: fallo primario

Défaillance d'une *entité* dont la cause directe ou indirecte, n'est pas la *défaillance* ou la *panne* d'une autre *entité.*

5216 **défaillance secondaire**

E: secondary failure

S: fallo secundario

Défaillance d'une *entité* dont la cause directe ou indirecte est la *défaillance* ou la *panne* d'une autre *entité.*

5217 **cause de défaillance**

E: failure cause

S: causa de fallo

Situation liée à la conception, la fabrication ou l'emploi, qui a entraîné une *défaillance.*

5218 **mécanisme de défaillance**

E: failure mechanism

S: mecanismo de fallo

Processus physique, chimique ou autre, qui a entraîné une *défaillance.*

5219 **défaillance systématique ; défaillance reproductible**

E: systematic failure; reproducible failure; deterministic failure

S: fallo sistemático; fallo reproducible; fallo determinístico

Défaillance liée d'une manière certaine à une cause qui ne peut être éliminée que par une *modification* de la conception, du procédé de fabrication, du mode d'emploi, de la documentation, ou d'autres facteurs appropriés.

Remarque 1 — Une *maintenance corrective* sans *modification* n'élimine généralement pas la cause d'une *défaillance systématique.*

Remarque 2 — Une *défaillance systématique* peut être provoquée à volonté en simulant sa cause.

5.3 *Pannes*

5301 **panne ; dérangement**

E: fault

S: avería

Inaptitude d'une *entité* à accomplir une *fonction requise*, non comprise l'inaptitude due à la *maintenance préventive*, à un manque de moyens extérieurs ou des autres actions prévues.

Remarque 1 — Une *panne* est souvent la conséquence d'une *défaillance* de l'*entité* elle-même, mais elle peut exister sans *défaillance* préalable.

Remarque 2 — Le terme français *défaut* est parfois utilisé en informatique au sens de *panne.*

5302 **panne critique**

E: critical fault

S: avería crítica

Panne considérée comme susceptible de causer des blessures à des personnes ou des dégâts matériels importants.

5303 **panne non critique**

E: non-critical fault

S: avería no crítica

Panne autre qu'une *panne critique.*

5304 **panne majeure**

E: major fault

S: avería mayor

Panne d'une *entité* qui affecte une fonction considérée comme d'importance majeure.

5305 **panne mineure**

E: minor fault

S: avería menor

Panne autre qu'une *panne majeure.*

5306 **panne par mauvaise utilisation**

E: misuse fault

S: avería por uso incorrecto

Panne causée par une utilisation qui entraîne des contraintes dépassant les possibilités fixées d'une *entité.*

5307 **panne par fausse manœuvre**

E: mishandling fault

S: avería por manejo incorrecto

Panne d'une *entité* causée par une opération incorrecte ou un manque de précaution.

5308 **panne par fragilité (inhérente)**

E: (inherent) weakness fault

S: avería por fragilidad (inherente)

Panne due à une fragilité inhérente à l'*entité* elle-même, lorsqu'elle est soumise à des contraintes restant dans les limites spécifiées.

5309 **panne de conception**

E: design fault

S: avería de diseño

Panne due à un *défaut de conception.*

5310 **panne de fabrication**

E: manufacturing fault

S: avería de fabricación

Panne d'une *entité* due à un *défaut de fabrication.*

5311 **panne par vieillissement ; panne par usure**

E: ageing fault; wearout fault

S: avería por envejecimiento; avería por desgaste

Panne résultant d'une défaillance *par vieillissement.*

5312 **panne mise en évidence par le programme**

E: programme-sensitive fault

S: avería dependiente del programa

Panne révélée par l'exécution d'une certaine suite d'instructions dans un programme d'ordinateur.

5313 **panne mise en évidence par les données**

E: data-sensitive fault

S: avería dependiente de los datos

Panne révélée par le traitement d'une configuration particulière de données.

5314 **panne complète**

E: complete fault; function preventing fault

S: avería completa

Panne caractérisée par une inaptitude totale à accomplir toutes les *fonctions requises* d'une *entité.*

Remarque – Les critères de *panne complète* doivent être définis.

5315 **panne partielle**

E: partial fault

S: avería parcial

Panne d'une *entité* autre qu'une *panne complète.*

5316 **panne permanente**

E: persistent fault; permanent fault; solid fault

S: avería permanente

Panne d'une *entité* qui persiste tant que n'ont pas eu lieu des opérations de *maintenance corrective.*

5317 **panne intermittente ; panne temporaire**

E: intermittent fault; volatile fault; transient fault

S: avería intermitente; avería transitoria

Panne d'une *entité* subsistant pendant une *durée* limitée après laquelle elle redevient apte à accomplir une *fonction requise,* sans avoir été soumise à une opération de *maintenance corrective.*

Remarque – Une *panne intermittente* est souvent répétitive.

5318 **panne franche**

E: determinate fault

S: avería clara; avería determinable

Pour une *entité* qui produit une réponse à une action, *panne* telle que la réponse est la même pour toute action.

5319 **panne indéterminée**

E: indeterminate fault

S: avería indeterminable

Pour une *entité* qui produit une réponse à une action, *panne* telle que l'*erreur* qui affecte la réponse dépend de l'action appliquée.

Remarque – Une *panne indéterminée* peut être, par exemple une *panne mise en évidence par les données.*

5320 **panne latente**

E: latent fault

S: avería latente

Panne qui existe mais n'a pas encore été détectée.

5321 **panne systématique**

E: systematic fault

S: avería sistemática

Panne résultant d'une *défaillance systématique.*

5322 **mode de panne ; mode de défaillance** (terme déconseillé)

E: fault mode; failure mode (deprecated)

S: modo de avería; modo de fallo (desaconsejado)

Un des états possibles d'une *entité en panne* pour une *fonction requise* donnée.

5323 **en panne**

E: faulty

S: averiado

Qualifie une *entité* affectée d'une *panne.*

5.4 *Erreurs et fautes*

5401 **erreur**

E: error

S: error

Ecart entre une valeur ou une condition calculée, observée, ou mesurée et la valeur ou la condition vraie, prescrite ou théorique correspondante.

Remarque – Une *erreur* peut être causée par une *entité en panne*, par exemple une *erreur* de calcul faite par un ordinateur en *panne.*

5402 **erreur d'exécution**

E: execution error; generated error

S: error de ejecución

Erreur produite pendant le fonctionnement d'une *entité en panne.*

5403 **erreur d'interaction** (homme-machine)

E: interaction error (man-machine)

S: error de interacción (hombre-máquina)

Erreur affectant la réponse d'une *entité*, produite par une *erreur humaine* pendant l'utilisation de l'*entité.*

5404 **erreur propagée**

E: propagated error

S: error propagado

Erreur affectant la réponse d'une *entité* non en panne, produite par l'existence d'une *erreur* dans les données d'entrée.

5405 **erreur (humaine) ; faute**

E: mistake; error (deprecated in this sense)

S: equivocación; error (desaconsejado en este sentido)

Action humaine qui produit un résultat différent de celui recherché.

5.5 *Etats d'une entité* (voir également la figure 2)

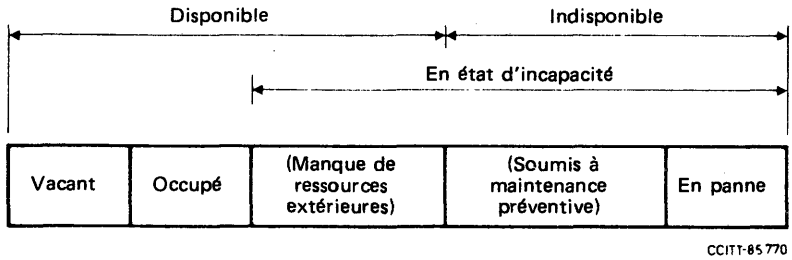


FIGURE 2

Classification des états d'une entité

5501 **(état de) fonctionnement**

E: operating state

S: estado de funcionamiento; estado operacional

Etat d'une *entité* dans lequel cette *entité* accomplit une *fonction requise.*

5502 **(état de) non-fonctionnement**

E: non-operating state

S: estado de no funcionamiento

Etat d'une *entité* dans lequel cette *entité* n'accomplit pas une *fonction requise.*

5503 **(état d') attente**

E: standby state

S: estado de espera (en reserva)

Etat d'une *entité disponible* et en *état de non-fonctionnement* pendant une *période requise.*

5504 **état vacant; état libre**

E: idle state; free state

S: estado de reposo; estado libre

Etat d'une *entité disponible* et en *état de non-fonctionnement* pendant une *période non requise.*

5505 **état d'incapacité**

E: disabled state; outage

S: estado de incapacidad

Etat d'une *entité* caractérisé par son inaptitude à accomplir une *fonction requise* quelle qu'en soit la cause.

5506 **état d'incapacité externe**

E: external disabled state

S: estado de incapacidad externa

Etat d'une *entité* qui est disponible mais manque des moyens extérieurs nécessaires.

5507 **état d'indisponibilité ; état d'incapacité interne**

E: down state; internal disabled state

S: estado de indisponibilidad; estado de incapacidad interna

Etat d'une *entité* caractérisé par une *panne* ou par l'inaptitude éventuelle à accomplir une *fonction requise* pendant la *maintenance préventive.*

Remarque – Cet état est associé à l'*indisponibilité.* Terme associé en français: *indisponible.*

5508 **état de disponibilité**

E: up state

S: estado de disponibilidad

Etat d'une *entité* caractérisé par son aptitude à accomplir une *fonction requise,* en supposant que la fourniture des moyens extérieurs éventuellement nécessaires est assurée.

Remarque – Cet état est associé à la *disponibilité* autant que l'aptitude. Terme associé en français: *disponible.*

5509 **état occupé ; occupation**

E: busy state

S: estado de ocupación; estado de ocupado

Etat d'une entité dans lequel cette entité est dans une *période requise* par un usager et n'est pas, pour cette raison, utilisable pour d'autres usagers.

5510 **état critique**

E: critical state

S: estado crítico

Etat d'une *entité* considéré comme susceptible de causer des blessures à des personnes ou des dégâts matériels importants.

Remarque – Un *état critique* peut être la conséquence d'une *panne critique,* mais pas nécessairement.

6 Maintenance

6001 **philosophie de maintenance**

E: maintenance philosophy

S: filosofía de mantenimiento

Ensemble des principes qui guident l'organisation et l'exécution de la *maintenance.*

6002 **politique de maintenance**

E: maintenance policy

S: política de mantenimiento

Description des relations entre les *échelons de maintenance,* les *niveaux d'intervention* et les *niveaux de maintenance* qui interviennent dans la *maintenance* d'une *entité.*

6003 **maintenance**

E: maintenance

S: mantenimiento

Combinaison de toutes les actions techniques et des actions administratives correspondantes, y compris les opérations de surveillance, destinées à maintenir ou à remettre une *entité* dans un état lui permettant d'accomplir une *fonction requise.*

6004 **maintenance préventive ; entretien**

E: preventive maintenance

S: mantenimiento preventivo

Maintenance effectuée à intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la *probabilité* de *défaillance* ou la dégradation du fonctionnement d'une *entité.*

6005 **maintenance corrective ; réparation ; dépannage**

E: corrective maintenance; repair

S: mantenimiento correctivo; reparación

Maintenance effectuée après la *détection de panne* et destinée à remettre une *entité* dans un état lui permettant d'accomplir une *fonction requise.*

6006 **maintenance différée**

E: deferred maintenance

S: mantenimiento diferido

Opération de *maintenance corrective* qui n'est pas déclenchée immédiatement après *détection de panne* mais est retardée conformément à des règles de *maintenance* données.

6007 **maintenance programmée ; entretien systématique**

E: scheduled maintenance

S: mantenimiento programado

Maintenance préventive effectuée conformément à un calendrier.

6008 **maintenance non programmée**

E: unscheduled maintenance

S: mantenimiento no programado

Maintenance qui n'est pas effectuée conformément à un calendrier mais, par exemple après réception d'une indication relative à l'état d'une *entité.*

6009 **maintenance in situ**

E: on-site maintenance; in situ maintenance; field maintenance

S: mantenimiento local; mantenimiento sobre el terreno

Maintenance effectuée sur les lieux où l'*entité* est utilisée.

6010 **maintenance déportée**

E: off-site maintenance

S: mantenimiento no local

Maintenance effectuée en un endroit différent de celui où l'*entité* est utilisée.

Remarque – Un exemple de *maintenance déportée* est la *réparation* d'une sous-entité dans un centre de maintenance.

6011 **télémaintenance**

E: remote maintenance

S: mantenimiento remoto; telemantenimiento

Maintenance d'une *entité* effectuée sans accès direct du personnel à l'*entité.*

6012 **maintenance automatique**

E: automatic maintenance

S: mantenimiento automático

Maintenance effectuée sans intervention humaine.

6013 **maintenance affectant les fonctions**

E: function-affecting maintenance

S: mantenimiento que afecta a la función

Opération de maintenance affectant une ou plusieurs *fonctions requises* de l'*entité* faisant l'objet de la *maintenance.*

Remarque – La *maintenance affectant les fonctions* est subdivisée en *maintenance-arrêt* et en *maintenance avec dégradation.*

6014 **maintenance-arrêt ; maintenance empêchant l'accomplissement des fonctions**

E: function-preventing maintenance

S: mantenimiento con discontinuidad de funciones

Opération de maintenance qui empêche une *entité* d'accomplir la totalité des *fonctions requises.*

6015 **maintenance avec dégradation ; maintenance dégradant les fonctions**

E: function-degrading maintenance

S: mantenimiento con degradación de funciones

Opération de maintenance affectant une ou plusieurs des *fonctions requises* d'une *entité,* mais sans inaptitude totale à accomplir toutes les *fonctions requises.*

6016 **maintenance en fonctionnement ; maintenance en exploitation**

E: function-permitting maintenance

S: mantenimiento sin discontinuidad de funciones

Opération de maintenance qui n'affecte aucune des *fonctions requises* de l'*entité* faisant l'objet de la *maintenance.*

6017 **niveau de maintenance**

E: level of maintenance

S: nivel de mantenimiento

L'opération de maintenance à effectuer à un *niveau d'intervention* spécifié.

Remarque – L'*opération de maintenance* peut consister, par exemple à remplacer un composant, une carte de circuit imprimé, un sous-système.

6018 **échelon de maintenance**

E: maintenance echelon; line of maintenance

S: escalón de mantenimiento; línea de mantenimiento

Position, au sein d'une organisation, où des *niveaux de maintenance* spécifiés sont effectués sur une entité.

Remarque 1 – L'*échelon de maintenance* peut correspondre, par exemple à la *maintenance in situ,* dans un atelier de réparation ou chez le constructeur.

Remarque 2 – L'*échelon de maintenance* est caractérisé par la compétence du personnel, les moyens disponibles, l'emplacement, etc.

6019 **niveau d'intervention** (pour la maintenance)

E: indenture level (for maintenance)

S: nivel de intervención (para el mantenimiento)

Niveau de subdivision d'une *entité* au point de vue de l'*opération de maintenance.*

Remarque 1 – Le *niveau d'intervention* peut correspondre, par exemple aux sous-systèmes, cartes de circuit imprimé, ou aux composants.

Remarque 2 – Le *niveau d'intervention* dépend de la complexité de la structure de l'entité, de l'accessibilité aux sous-entités, du niveau de compétence du personnel, des équipements d'essai, de considérations de sécurité, etc.

6020 **opération élémentaire de maintenance**

E: elementary maintenance activity

S: acción elemental de mantenimiento

Chacune des opérations indécomposables en lesquelles on peut décomposer une activité de maintenance à un *niveau d'intervention* donné.

6021 **opération de maintenance ; tâche de maintenance**

E: maintenance action; maintenance task

S: acción de mantenimiento; tarea de mantenimiento

Succession d'*opérations de maintenance élémentaires* effectuées dans un but donné.

Remarque – Des exemples d'*opération de maintenance* sont le *diagnostic de panne*, la *localisation de panne*, la *vérification de fonctionnement*, ou leurs combinaisons.

6022 **surveillance ; supervision**

E: supervision

S: supervisión

Ensemble des opérations manuelles ou automatiques destinées à observer l'état d'une *entité.*

Remarque – La surveillance automatique d'une *entité* peut être effectuée à l'intérieur ou à l'extérieur de celle-ci.

6023 **maintenance dirigée**

E: controlled maintenance

S: mantenimiento dirigido

Méthode permettant d'assurer une *qualité de service* souhaitée par l'application systématique de techniques analytiques qui mettent en œuvre des moyens de *surveillance* centralisés ou un échantillonnage, en vue de réduire au minimum la *maintenance préventive* et de réduire la *maintenance corrective.*

6024 **détection (de panne)**

E: fault recognition

S: detección (de una avería)

Constatation qu'une *entité* est en *panne.*

Remarque – Terme associé: *détecter* (une *panne*).

6025 **diagnostic (de panne)**

E: fault diagnosis

S: diagnóstico (de una avería)

Ensemble des opérations effectuées pour la *détection de panne*, la *localisation de panne* et l'identification de la cause de la *panne.*

Remarque – Terme associé: *diagnostiquer* (une *panne*).

6026 **localisation de panne**

E: fault localization; fault location (deprecated in this sense)

S: localización (de una avería)

Ensemble des opérations effectuées pour identifier la ou les sous-entité(s) *en panne*, au *niveau d'intervention* approprié.

Remarque – Terme associé en français: *localiser* (une *panne*).

6027 **correction (de panne)**

E: fault correction

S: corrección (de una avería)

Ensemble des opérations effectuées après *localisation de panne* pour établir l'aptitude de l'*entité en panne* à accomplir une *fonction requise.*

6028 **vérification (de fonctionnement)**

E: function check-out

S: verificación de funcionamiento

Ensemble des opérations effectuées après *correction de panne* pour vérifier que l'*entité* a récupéré son aptitude à accomplir la *fonction requise.*

6029 **rétablissement**

E: restoration; recovery

S: restablecimiento; restauración

Récupération de l'aptitude d'une *entité* à accomplir une *fonction requise* après une *panne.*

6030 **cellule de maintenance**

E: maintenance entity

S: célula de mantenimiento; entidad de mantenimiento

Une sous-entité d'une *entité* donnée, définie de façon qu'une alarme résultant d'une *panne* de cette *entité*, soit attribuée sans ambiguïté à la sous-entité.

7 Notions temporelles (voir également la figure 3)

7.1 *Notions temporelles liées à la maintenance*

7101 **temps de maintenance**

E: maintenance time

S: tiempo de mantenimiento

Intervalle de temps pendant lequel une *opération de maintenance* est effectuée sur une *entité*, manuellement ou automatiquement, y compris les *délais techniques* et les *délais logistiques.*

Remarque – La *maintenance* peut s'effectuer pendant que l'*entité* accomplit une *fonction requise.*

7102 **durée équivalente de maintenance**

E: maintenance man-hours (MMH)

S: duración equivalente de mantenimiento; horas-hombre de mantenimiento

Somme des durées des *temps de maintenance*, exprimée généralement en heures, que le personnel de maintenance consacre à la *maintenance* pour un type donné d'*opérations de maintenance* ou pendant un *intervalle de temps* donné.

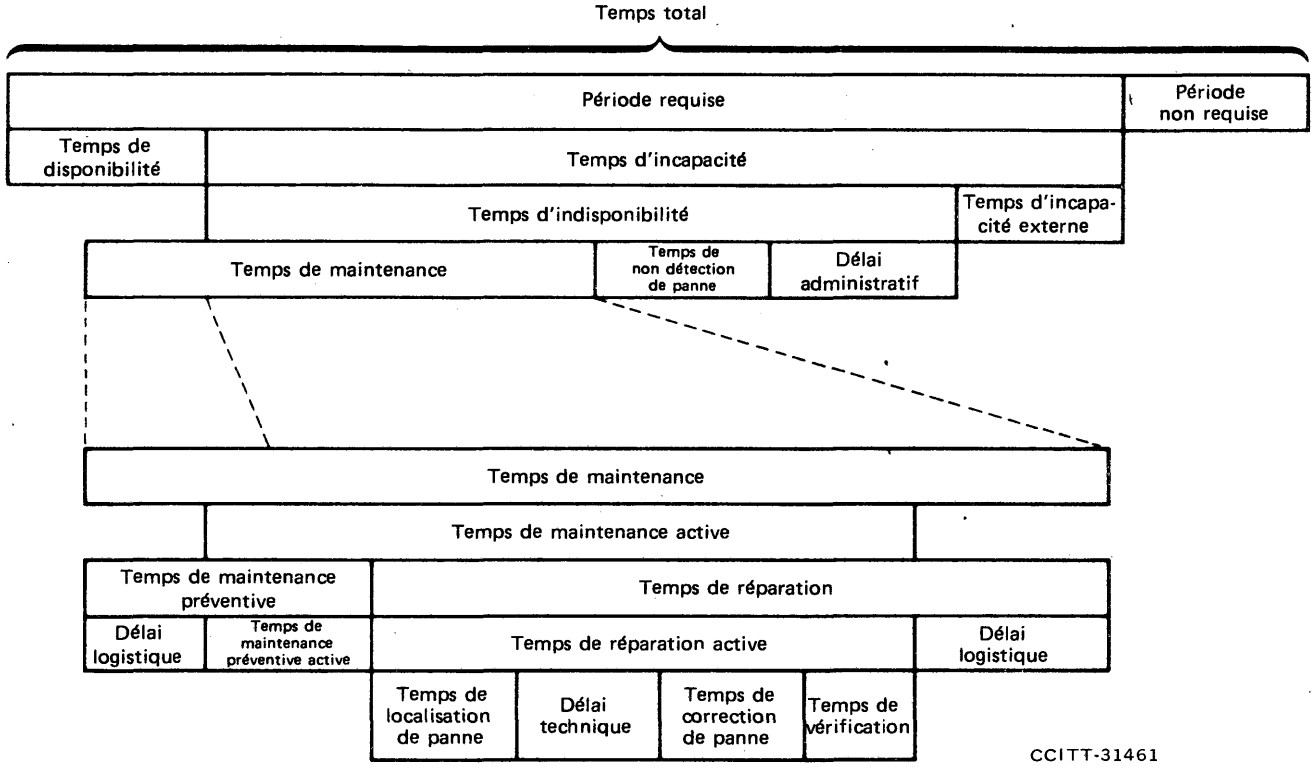


FIGURE 3

Diagramme de temps

7103 **temps de maintenance active**

E: active maintenance time

S: tiempo de mantenimiento activo

Partie du *temps de maintenance* pendant laquelle, des *opérations de maintenance* sont effectuées sur une *entité*, de façon automatique ou manuelle, non compris les *délais logistiques.*

Remarque – La maintenance active peut être effectuée pendant que l'*entité* accomplit une *fonction requise.*

7104 **temps de maintenance préventive**

E: preventive maintenance time

S: tiempo de mantenimiento preventivo

Partie du *temps de maintenance* pendant laquelle des opérations de *maintenance préventive* sont effectuées sur une *entité*, y compris les *délais techniques* et les *délais logistiques* inhérents à la *maintenance préventive.*

7105 **temps de réparation ; temps de maintenance corrective**

E: repair time; corrective maintenance time

S: tiempo de reparación; tiempo de mantenimiento correctivo

Partie du *temps de maintenance*, pendant laquelle des opérations de *maintenance corrective* sont effectuées sur une *entité*, y compris les *délais techniques* et les *délais logistiques* inhérents à la *maintenance corrective.*

7106 **temps de maintenance préventive active**

E: active preventive maintenance time

S: tiempo de mantenimiento preventivo activo

Partie du *temps de maintenance active*, pendant laquelle des opérations de *maintenance préventive* sont effectuées sur une *entité.*

7107 **temps de réparation active ; temps de maintenance corrective active**

E: active repair time; active corrective maintenance time

S: tiempo de reparación activo; tiempo de mantenimiento correctivo activo

Partie du *temps de maintenance active*, pendant laquelle des opérations de *maintenance corrective* sont effectuées sur une *entité.*

7108 **temps de non-détection de panne**

E: undetected fault time

S: tiempo de no detección de una avería

Intervalle de temps entre une *défaillance* et la détection de la *panne* qui en résulte.

7109 **délai administratif** (pour la maintenance corrective)

E: administrative delay (for corrective maintenance)

S: retardo administrativo (para el mantenimiento correctivo); *demora administrativa*

Ensemble des *intervalles de temps* pendant lesquels les opérations de *maintenance corrective*, ne peuvent pas être effectuées pour des raisons administratives sur une *entité en panne.*

7110 **délai logistique**

E: logistic delay

S: retardo logístico; demora logística

Ensemble des *intervalles de temps* pendant lesquels les opérations de *maintenance* ne peuvent pas être effectuées par suite de la nécessité de se procurer des ressources nécessaires à ces opérations, non compris le *délai administratif.*

Remarque – Le *délai logistique* peut être dû, par exemple à des déplacements jusqu'aux installations non surveillées, à l'attente de pièces de rechange, de spécialistes ou d'équipements d'essai.

7111 **temps de correction de panne**

E: fault correction time

S: tiempo de corrección de una avería

Partie du *temps de réparation active* pendant laquelle on effectue une *correction de panne.*

7112 **délai technique**

E: technical delay

S: retardo técnico; demora técnica

Ensemble des *intervalles de temps* nécessaires pour effectuer des opérations techniques auxiliaires associées aux *opérations de maintenance* proprement dites.

7113 **temps de vérification (du fonctionnement)**

E: check-out time

S: tiempo de verificación (de funcionamiento)

Partie du *temps de réparation active* pendant laquelle on effectue la *vérification du fonctionnement* de l'*entité* réparée.

7114 **temps de localisation (de panne)**

E: fault localization time; fault location time (deprecated)

S: tiempo de localización de una avería

Partie du *temps de réparation active* pendant laquelle on effectue une *localisation de panne.*

7.2 *Notions temporelles liées à l'état d'une entité*

7201 **temps de fonctionnement**

E: operating time

S: tiempo de funcionamiento

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état de fonctionnement.*

7202 **temps de non-fonctionnement**

E: non-operating time

S: tiempo de no funcionamiento

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état de non fonctionnement.*

7203 **période requise**

E: required time

S: periodo requerido

Intervalle de temps pendant lequel l'usager d'une *entité* exige que l'*entité* soit en état d'accomplir une *fonction requise.*

7204 **période non requise**

E: non-required time

S: periodo no requerido

Intervalle de temps pendant lequel l'usager d'une *entité* n'exige pas que l'*entité* soit en état d'accomplir une *fonction requise.*

7205 **période d'attente**

E: stand-by time

S: tiempo de espera (en reserva)

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état d'attente.*

7206 **période vacante; temps mort; temps libre**

E: idle time; free time

S: tiempo de reposo; tiempo muerto; tiempo libre

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état vacant.*

7207 **temps d'incapacité**

E: disabled time

S: tiempo de incapacidad

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état d'incapacité.*

7208 **temps d'indisponibilité**

E: down time

S: tiempo de indisponibilidad

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état d'indisponibilité.*

7209 **durée cumulée d'indisponibilité**

E: accumulated down time

S: tiempo de indisponibilidad acumulado

Durée cumulée des *temps d'indisponibilité* d'une *entité* pendant un *intervalle de temps* donné.

7210 **temps d'incapacité externe**

E: external disabled time: external loss time

S: tiempo de incapacidad externa

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état d'incapacité externe.*

7211 **temps de disponibilité ; temps de bon fonctionnement**

E: up time

S: tiempo de disponibilidad

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état de disponibilité.*

7.3 *Notions temporelles liées aux caractéristiques de fiabilité*

7301 **durée de fonctionnement avant la première défaillance**

E: time to first failure

S: tiempo hasta el primer fallo

Durée cumulée des *temps de fonctionnement* d'une *entité* depuis la première mise en *état de disponibilité* jusqu'à l'apparition d'une *défaillance.*

7302 **durée de fonctionnement avant défaillance**

E: time to failure

S: tiempo hasta el fallo

Durée cumulée des *temps de fonctionnement* d'une *entité* depuis le passage d'un *état d'indisponibilité* à un *état de disponibilité,* après exécution d'une opération de *maintenance corrective,* jusqu'à apparition de la *défaillance* suivante.

7303 **temps entre défaillances**

E: time between failures

S: tiempo entre fallos

Durée entre deux *défaillances* consécutives d'une *entité réparée.*

Remarque 1 – Les intervalles de *temps de non fonctionnement* qui sont pris en compte doivent être précisés.

Remarque 2 – Dans certaines applications, seul le *temps de disponibilité* est pris en compte.

7304 **temps de panne**

E: time to restoration; time to recovery

S: tiempo de avería

Intervalle de temps pendant lequel une *entité* est en *état d'indisponibilité* à la suite d'une *défaillance.*

7305 **(durée de) vie utile**

E: useful life

S: vida útil

Dans des conditions données, l'*intervalle de temps* commençant à un *instant* donné et se terminant lorsque l'*intensité de défaillance* devient inacceptable ou lorsque l'*entité* est considérée comme irréparable à la suite d'une *panne.*

7306 **période initiale de défaillance**

E: early failure period

S: periodo de fallos inicial

Période initiale éventuelle dans la vie d'une *entité,* commençant à un *instant* donné et pendant laquelle l'*intensité instantanée de défaillance,* pour une *entité réparée,* ou la *densité temporelle instantanée de défaillance,* pour une *entité non réparée,* décroît rapidement.

Remarque – Dans chaque cas particulier, il est nécessaire de préciser ce que signifie «décroît rapidement».

7307 **période d'intensité constante de défaillance**

E: constant failure intensity period

S: periodo de intensidad de fallos constante

Période éventuelle dans la vie d'une *entité réparée,* pendant laquelle l'*intensité de défaillance* est approximativement constante.

Remarque – Dans chaque cas particulier, il est nécessaire de préciser ce que signifie «approximativement constante».

7308 **période de densité constante de défaillance ; période de taux constant de défaillance**

E: constant failure rate period

S: periodo de tasa de fallos constante

Période éventuelle dans la vie d'une *entité non réparée* pendant laquelle la *densité instantanée de défaillance* est approximativement constante.

Remarque – Dans chaque cas particulier, il est nécessaire de préciser ce que signifie «approximativement constante».

7309 **période de défaillance par vieillissement ; période de défaillance par usure**

E: wear-out failure period

S: periodo de fallos por envejecimiento

Période finale éventuelle dans la vie d'une *entité,* pendant laquelle l'*intensité instantanée de défaillance,* pour une *entité réparée,* ou la *densité temporelle instantanée de défaillance,* pour une *entité non réparée,* croît rapidement.

Remarque – Dans chaque cas particulier, il est nécessaire de préciser ce que signifie «croît rapidement».

8 Caractéristiques relatives aux aptitudes

8.1 *Disponibilité*

8101 **disponibilité (instantanée), A(t)** (symbole)

E: instantaneous availability; pointwise availability, A(t) (symbol)

S: disponibilidad instantánea, A(t) (símbolo)

Probabilité pour qu'une *entité* soit *disponible* à un *instant* donné, *t.*

Remarque – En français, le terme *disponibilité* est aussi employé pour désigner l'aptitude mesurée par cette *probabilité.*

8102 **indisponibilité (instantanée), U(t)** (symbole)

E: instantaneous unavailability; pointwise unavailability, U(t) (symbol)

S: indisponibilidad instantánea, U(t) (símbolo)

Probabilité pour qu'une *entité* soit *indisponible* à un *instant* donné, *t.*

8103 **disponibilité moyenne, $\overline{A}(t_1, t_2)$** (symbole)

E: mean availability, $\overline{A}(t_1, t_2)$ (symbol)

S: disponibilidad media, $\overline{A}(t_1, t_2)$ (símbolo)

Moyenne de la *disponibilité instantanée* sur un *intervalle de temps* donné, (t_1, t_2).

Remarque – La *disponibilité moyenne* se déduit de la *disponibilité instantanée* par la formule:

$$\overline{A}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} A(t)dt.$$

8104 **indisponibilité moyenne, $\overline{U}(t_1, t_2)$** (symbole)

E: mean unavailability, $\overline{U}(t_1, t_2)$ (symbol)

S: indisponibilidad media, $\overline{U}(t_1, t_2)$ (símbolo)

Moyenne de l'*indisponibilité instantanée* pendant un *intervalle de temps* donné, (t_1, t_2).

Remarque – L'*indisponibilité moyenne* se déduit de l'*indisponibilité instantanée* par la formule:

$$\overline{U}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} U(t)dt.$$

8105 **disponibilité asymptotique; disponibilité, A** (symbole)

E: (asymptotic) availability; (steady-state) availability, A (symbol)

S: disponibilidad (asintótica); disponibilidad (en régimen permanente), A (símbolo)

Limite, si elle existe, de la *disponibilité instantanée* quand on fait tendre le temps vers l'infini.

Remarque – Dans certaines conditions, par exemple densité de défaillance constante et densité de réparation constante, la *disponibilité asymptotique* peut être exprimée par la formule:

$$A = \frac{TMD}{TMD + TMI}$$

où

TMD est le *temps moyen de disponibilité*

TMI est le *temps moyen d'indisponibilité.*

8106 **indisponibilité asymptotique, U** (symbole)

E: asymptotic unavailability, U (symbol)

S: indisponibilidad asintótica, U (símbolo)

Limite, si elle existe, de la *disponibilité instantanée* quand on fait tendre le temps vers l'infini.

Remarque – Dans certaines conditions, par exemple densité de défaillance constante et densité de réparation constante, l'*indisponibilité asymptotique* peut être exprimée par la formule:

$$U = \frac{TMI}{TMI + TMD}$$

où

TMD est le *temps moyen de disponibilité*

TMI est le *temps moyen d'indisponibilité.*

8107 **disponibilité moyenne asymptotique, $\overline{A}$** (symbole)

E: asymptotic mean availability, $\overline{A}$ (symbol)

S: disponibilidad media asintótica, $\overline{A}$ (símbolo)

Limite, si elle existe, de la *disponibilité moyenne* sur un *intervalle de temps* (t_1, t_2) lorsqu'on fait tendre t_2 vers l'infini.

Remarque 1 – La *disponibilité moyenne asymptotique* se déduit de la *disponibilité moyenne* par la formule:

$$\overline{A} = \lim_{t_2 \to \infty} \overline{A}(t_1, t_2)$$

Remarque 2 – Si une limite existe, elle ne dépend pas de t_1.

8108 **indisponibilité moyenne asymptotique, $\overline{U}$** (symbole)

E: asymptotic mean unavailability, $\overline{U}$ (symbol)

S: indisponibilidad media asintótica, $\overline{U}$ (símbolo)

Limite, si elle existe, de l'*indisponibilité moyenne* sur un *intervalle de temps* (t_1, t_2) lorsqu'on fait tendre t_2 vers l'infini.

Remarque 1 – L'*indisponibilité moyenne asymptotique* se déduit de l'*indisponibilité moyenne* par la formule:

$$\overline{U} = \lim_{t_2 \to \infty} \overline{U}(t_1, t_2)$$

Remarque 2 – Si une limite existe, elle ne dépend pas de t_1.

8109 **temps moyen de disponibilité; durée moyenne de disponibilité (TMD)**

E: mean up time (MUT)

S: tiempo medio de disponibilidad (TMD)

Espérance mathématique de la *durée du temps de disponibilité.*

8110 **durée cumulée moyenne d'indisponibilité**

E: mean accumulated down time (MADT)

S: tiempo medio acumulado de indisponibilidad (TMAI)

Espérance mathématique de la *durée cumulée d'indisponibilité.*

8111 **disponibilité instantanée d'un circuit loué**

E: instantaneous availability of a leased circuit

S: disponibilidad instantánea de un circuito arrendado

Probabilité pour que, dans des conditions d'exploitation données, un circuit loué puisse accomplir une *fonction requise* de ce circuit, lorsque l'abonné le demande.

8.2 *Fiabilité*

8201 **fiabilité, R** (symbole)

E: reliability, R (symbol)

S: fiabilidad, R (símbolo)

Probabilité pour qu'une *entité* puisse accomplir une *fonction requise*, dans des conditions données, pendant un *intervalle de temps* donné.

Remarque 1 – On suppose en général qu'une *entité* est en état d'accomplir la *fonction requise* au début de l'*intervalle de temps* donné.

Remarque 2 – Le terme *fiabilité* est aussi employé en français pour désigner l'aptitude caractérisée par cette *probabilité*.

8202 **densité (temporelle) (instantanée) de défaillance; taux (instantané) de défaillance, $\lambda(t)$** (symbole)

E: (instantaneous) failure rate, $\lambda(t)$ (symbol)

S: tasa (instantánea) de fallos, $\lambda(t)$ (símbolo)

Limite, si elle existe, du quotient de la *probabilité* conditionnelle pour que la *durée de fonctionnement avant défaillance*, T, d'une *entité* soit comprise entre un *intervalle de temps* donné, $(t, t + \Delta t)$, par la *durée* de l'*intervalle de temps*, Δt, lorsque Δt tend vers zéro, en supposant que l'*entité* soit en état d'accomplir une *fonction requise* au début de l'*intervalle de temps*.

Remarque – La *densité temporelle instantanée de défaillance* s'exprime par la formule:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta(t) \to 0+} \frac{Pr(t < T \leqslant t + \Delta t | T > t)}{\Delta t}$$

où T est l'*instant* d'une *défaillance*.

Cette formule est également applicable si T représente la *durée de fonctionnement avant défaillance*.

8203 **taux moyen de défaillance; densité (temporelle) moyenne de défaillance, $\overline{\lambda}(t_1, t_2)$** (symbole)

E: mean failure rate, $\overline{\lambda}(t_1, t_2)$ (symbol)

S: tasa media de fallos, $\overline{\lambda}(t_1, t_2)$ (símbolo)

Moyenne, sur un *intervalle de temps* donné, (t_1, t_2), de la *densité temporelle instantanée de défaillance*.

Remarque – La *densité temporelle moyenne de défaillance* se déduit de la *densité temporelle instantanée de défaillance* par la formule:

$$\overline{\lambda}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \lambda(t)\, dt.$$

8204 **intensité (instantanée) de défaillance, z(t)** (symbole)

E: (instantaneous) failure intensity, z(t) (symbol)

S: intensidad (instantánea) de fallos, z(t) (símbolo)

Limite, si elle existe, du quotient de l'*espérance mathématique* du nombre de *défaillances* d'une *entité réparée*, pendant un *intervalle de temps*, $(t, t + \Delta t)$, par la *durée* de l'*intervalle de temps*, Δt, lorsque cette *durée* tend vers zéro.

Remarque — L'*intensité instantanée de défaillance* s'exprime par la formule:

$$z(t) = \lim_{\Delta t \to 0+} \frac{E[N(t + \Delta t) - N(t)]}{\Delta t}$$

où $N(t)$ est le nombre de *défaillances* pendant l'*intervalle de temps* $(0, t)$.

8205 **intensité moyenne de défaillance, $\bar{z}$ (t_1, t_2)** (symbole)

E: mean failure intensity, $\bar{z}(t_1, t_2)$ (symbol)

S: intensidad media de fallos, $\bar{z}(t_1, t_2)$ (símbolo)

Moyenne, sur un *intervalle de temps* donné, (t_1, t_2), de l'*intensité instantanée de défaillance.*

Remarque — L'*intensité moyenne de défaillance* se déduit de l'*intensité instantanée de défaillance* par la formule:

$$\bar{z}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} z(t)\, dt.$$

8206 **durée moyenne de fonctionnement avant la première défaillance (MTTFF)**

E: mean time to first failure (MTTFF)

S: tiempo medio hasta el primer fallo (MTTFF)

Espérance mathématique de la *durée de fonctionnement avant la première défaillance.*

8207 **durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTF)**

E: mean time to failure (MTTF)

S: tiempo medio hasta el fallo (MTTF)

Espérance mathématique de la *durée de fonctionnement avant défaillance.*

8208 **moyenne des temps entre défaillances (MTBF)**

E: mean time between failures (MTBF)

S: tiempo medio entre fallos (MTBF)

Espérance mathématique du temps entre défaillances.

8209 **facteur d'accélération de la densité de défaillance; facteur d'accélération du taux de défaillance**

E: failure rate acceleration factor

S: factor de aceleración de la tasa de fallos

Rapport de la *densité temporelle de défaillance* en *essai accéléré* a la *densité temporelle de défaillance* dans les conditions de l'essai de référence.

Remarque — Les deux *densités temporelles de défaillance* se rapportent à la même période de la vie des *entités* essayées.

8210 **facteur d'accélération de l'intensité de défaillance**

E: failure intensity acceleration factor

S: factor de aceleración de la intensidad de fallos

Rapport des nombres de *défaillances* de deux *entités réparées* identiques soumises à des ensembles différents de contraintes, pendant des *intervalles de temps* de même *durée* commençant au bout d'une même *durée de fonctionnement* dans les mêmes conditions depuis la première mise en fonctionnement de chaque *entité.*

8.3 *Maintenabilité*

8301 **maintenabilité**

E: maintainability

S: mantenibilidad

Pour une *entité* donnée, utilisée dans des conditions données, *probabilité* pour qu'une opération donnée de maintenance active puisse être effectuée pendant un *intervalle de temps* donné, lorsque la *maintenance* est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et de moyens prescrits.

Remarque – Le terme *maintenabilité* est aussi employé en français pour désigner l'aptitude mesurée par cette *probabilité.*

8302 **densité (temporelle) (instantanée) de réparation, $\mu(t)$** (symbole)

E: (instantaneous) repair rate, $\mu(t)$ (symbol)

S: tasa (instantánea) de reparaciones, $\mu(t)$ (símbolo)

Limite, si elle existe, du quotient de la *probabilité* conditionnelle d'achèvement d'une *opération de maintenance* corrective pendant un *intervalle de temps*, $(t, t + \Delta t)$ donné par la *durée* de l'*intervalle de temps*, Δt, lorsque Δt tend vers zéro, en supposant que l'opération soit en cours au début de l'*intervalle de temps.*

Remarque – La *densité temporelle instantanée de réparation* s'exprime par la formule:

$$\mu(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{Pr(t < T \leqslant t + \Delta t | T > t)}{\Delta t}$$

où T est l'*instant* de *rétablissement.*

Cette formule est également applicable si T représente le *temps de panne.*

8303 **densité (temporelle) moyenne de réparation, $\overline{\mu}(t_1, t_2)$** (symbole)

E: mean repair rate, $\overline{\mu}(t_1, t_2)$ (symbol)

S: tasa media de reparaciones, $\overline{\mu}(t_1, t_2)$ (símbolo)

Moyenne, sur un *intervalle de temps* donné, de la *densité temporelle instantanée de réparation* (t_1, t_2).

Remarque – La *densité temporelle moyenne de réparation* se déduit de la *densité temporelle instantanée de réparation* par la formule:

$$\overline{\mu}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \mu(t)\, dt.$$

8304 **durée moyenne équivalente de maintenance**

E: mean maintenance man-hours

S: duración media equivalente de mantenimiento; media de horas-hombre de mantenimiento

Espérance mathématique de la *durée équivalente de maintenance.*

8305 **temps moyen d'indisponibilité ; durée moyenne d'indisponibilité (TMI)**

E: mean down time (MDT)

S: tiempo medio de indisponibilidad (TMI)

Espérance mathématique de la durée du *temps d'indisponibilité.*

8306 **durée moyenne de réparation**

E: mean repair time (MRT)

S: tiempo medio de reparación

Espérance mathématique de la durée du *temps de réparation.*

8307 **quantile-p de la durée de réparation**

E: p-fractile repair time

S: cuantil-p del tiempo de reparación

Quantile d'ordre p de la durée du *temps de réparation.*

8308 **durée moyenne de réparation active**

E: mean active repair time (MART)

S: tiempo medio de reparación activa

Espérance mathématique de la durée du *temps de réparation active.*

8309 **quantile-p de la durée de réparation active**

E: p-fractile active repair time

S: cuantil-p del tiempo de reparación activa

Quantile d'ordre p de la durée du *temps de réparation active.*

8310 **durée moyenne de panne ; moyenne des temps pour la tâche de réparation (MTTR)**

E: mean time to restoration (MTTR); mean time to recovery; mean time to repair (deprecated)

S: tiempo medio hasta el restablecimiento (MTTR)

Espérance mathématique de la durée du *temps de panne.*

8311 **couverture de pannes**

E: fault coverage

S: cobertura de averías

Proportion de *pannes* d'une *entité* qui peuvent être reconnues sous des conditions données.

8312 **couverture des réparations**

E: repair coverage

S: cobertura de reparaciones

Proportion de *pannes* d'une *entité* qui peuvent être éliminées avec succès.

8.4 *Logistique de maintenance*

8401 **durée moyenne du délai administratif**

E: mean administrative delay (MAD)

S: retardo medio administrativo; demora media administrativa

Espérance mathématique de la *durée* du *délai administratif.*

8402 **quantile-p du délai administratif**

E: p-fractile administrative delay

S: cuantil-p del retardo administrativo; cuantil-p de la demora administrativa

Quantile d'ordre p de la *durée* du *délai administratif.*

8403 **durée moyenne du délai logistique**

E: mean logistic delay (MLD)

S: retardo medio logístico; demora media logística

Espérance mathématique de la durée du *délai logistique.*

8404 **quantile-p du délai logistique**

E: p-fractile logistic delay

S: cuantil-p del retardo logistico; cuantil-p de la demora logística

Quantile d'ordre p de la *durée* du *délai logistique.*

9 Essai, donnée, conception et analyse

9.1 *Notions d'essai*

9101 **essai**

E: test

S: prueba

Opération faite en vue de mesurer ou de classer un *caractère.*

9102 **essai de conformité**

E: compliance test

S: prueba de conformidad

Essai destiné à déterminer si un *caractère* d'une *entité* satisfait ou non aux exigences fixées.

9103 **essai de détermination**

E: determination test

S: prueba de determinación

Essai destiné à déterminer la valeur d'un *caractère.*

9104 **essai en laboratoire**

E: laboratory test

S: prueba de laboratorio

Essai de détermination ou *essai de conformité* conduit dans des conditions ajustées prescrites qui peuvent ou non simuler des conditions d'exploitation.

9105 **essai dans des conditions d'exploitation**

E: field test

S: prueba en condiciones de explotación; prueba en condiciones reales

Essai de conformité ou *essai de détermination* effectué pendant l'exploitation d'une *entité* dans des conditions de temps, de fonctionnement, d'environnement, de maintenance et de caractéristique qui sont consignées.

9106 **essai d'endurance**

E: endurance test

S: prueba de resistencia

Essai déterminé conduit sur un *intervalle de temps* afin de déterminer comment les propriétés d'une *entité* sont affectées à la fois par l'application de contraintes données et par leur *durée* d'application.

9107 **essai accéléré**

E: accelerated test

S: prueba acelerada

Essai au cours duquel le niveau des contraintes appliqué à une *entité* est choisi au-delà du niveau qui correspond aux conditions de référence en vue de réduire la *durée* nécessaire pour observer les réponses de l'*entité* aux contraintes ou en vue d'accentuer ces réponses pour une *durée* donnée.

Remarque – Pour être valable, un *essai accéléré* ne doit altérer ni les *mécanismes des défaillances,* ni les *modes de panne,* ni leur fréquence relative.

9108 **essai sous contrainte échelonnée**

E: step stress test

S: prueba de esfuerzo escalonado

Essai au cours duquel plusieurs niveaux de contrainte fixés et croissants sont appliqués successivement à une même *entité* pendant des *durées* égales.

9109 **essai de sélection**

E: screening test

S: prueba de selección

Essai, ou série d'*essais,* destiné à éliminer ou à détecter les *entités* non satisfaisantes ou susceptibles de présenter des *défaillances* précoces.

9110 **facteur d'accélération temporelle**

E: time acceleration factor

S: factor de aceleración temporal

Le rapport entre les *durées* nécessaires pour obtenir le même nombre fixé de *défaillances* ou dégradations dans deux échantillons de taille identique sous deux ensembles de contraintes différents entraînant les mêmes *mécanismes de défaillances* et les mêmes *modes de pannes* avec les mêmes *fréquences relatives.*

Remarque – L'un des deux ensembles de contraintes doit correspondre à des conditions de référence.

9111 **vérification de la maintenabilité**

E: maintainability verification

S: verificación de la mantenibilidad

Procédure destinée à déterminer si les objectifs assignés aux *caractéristiques* de *maintenabilité* d'une *entité* ont été atteints ou non.

Remarque – La procédure de *vérification de la maintenabilité* peut varier d'une simple analyse des données appropriées à une *démonstration de la maintenabilité.*

9112 **vérification expérimentale de maintenabilité**

E: maintainability demonstration

S: demostración de la mantenibilidad

Vérification de la maintenabilité effectuée sous la forme d'un *essai de conformité.*

9.2 *Notions de données*

9201 **valeur observée ; donnée observée**

E: observed data

S: datos observados; valores observados

Valeur relative à une *entité* ou à un processus obtenue par observation directe.

Remarque – Une valeur observée peut être un événement, un *instant,* un *intervalle de temps,* etc.

9202 **données d'essai**

E: test data

S: datos de prueba

Ensemble des *valeurs observées* pendant des *essais.*

9203 **donnée d'exploitation**

E: field data

S: datos de explotación

Ensemble des *valeurs observées* pendant l'exploitation d'une *entité.*

9204 **valeur de référence ; données de référence**

E: reference data

S: datos de referencia; valores de referencia

Valeur, qui par accord général, peut être utilisée pour des *prévisions* ou des comparaisons avec des *valeurs observées.*

9.3 *Notions de conception*

9301 **redondance**

E: redundancy

S: redundancia

Existence dans une *entité,* de plus d'un moyen pour accomplir une *fonction requise.*

9302 **redondance active**

E: active redundancy

S: redundancia activa

Type de *redondance* selon laquelle tous les moyens d'accomplir une *fonction requise* sont destinés à être utilisés simultanément.

9303 **redondance en attente ; redondance passive ; redondance en secours**

E: standby redundancy

S: redundancia pasiva; redundancia de reserva

Redondance selon laquelle un seul des moyens d'accomplir une *fonction requise* est utilisé, les autres n'étant utilisés qu'en cas de besoin.

9304 **protégé contre défaillances (critique) ; à sûreté intégrée**

E: fail safe

S: prevención de fallos

Qualifie une *entité* conçue en vue d'éviter que ses *défaillances* n'entraînent des *pannes critiques.*

9305 **tolérance aux pannes**

E: fault tolerance

S: tolerancia a las averías

Propriété d'une *entité* qui la rend capable d'accomplir une *fonction requise* en présence de certaines *pannes* données de ses sous-entités.

9306 **masquage de panne**

E: fault masking

S: enmascaramiento de avería

Situation dans laquelle une *panne* d'une sous-entité appartenant à une *entité* ne peut pas être détectée du fait de la structure de l'*entité* ou par suite de la présence d'une autre *panne* de cette sous-entité ou d'une autre sous-entité.

9401 **prévision ; prédiction**

E: prediction

S: previsión; predicción

1) Opération ayant pour but le calcul de la valeur *prévue* d'une grandeur.

2) Valeur *prévue* d'une grandeur.

9402 **modèle de fiabilité**

E: reliability model

S: modelo de fiabilidad

Modèle mathématique destiné à la *prévision* ou à l'*estimation* des *caractéristiques* de *fiabilité* d'une *entité*, ou à des fins similaires.

9403 **analyse des modes de panne et de leurs effets (AMDE)**

E: fault modes and effects analysis (FMEA)

S: análisis de los modos de avería y de sus efectos (AMAE)

Méthode qualitative d'analyse de la *fiabilité* d'une *entité*, qui consiste à étudier les *modes de panne* pour chaque sous-entité et à déterminer les effets de ces modes sur les autres sous-entités et sur les *fonctions requises* de l'*entité*.

9404 **analyse des modes de panne, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)**

E: fault modes, effects and criticality analysis (FMECA)

S: análisis de los modos de avería, sus efectos y su criticidad (AMAEC)

Méthode d'analyse de la *fiabilité* d'une *entité*, qui comprend une analyse des *modes de pannes* et de leurs effets complétée par une analyse de leur *probabilité* d'apparition et du degré de gravité des *pannes*.

9405 **analyse par arbre de panne**

E: fault tree analysis (FTA)

S: análisis en árbol de averías

Méthode d'analyse de la *fiabilité* d'une *entité*, qui détermine quels *modes de panne* des sous-entités, quels événements extérieurs ou quelles combinaisons de ces modes et événements peuvent conduire à un *mode de panne* donné de l'*entité*, et dont le résultat est un *arbre de panne*.

9406 **analyse de contraintes**

E: stress analysis

S: análisis de esfuerzos

Détermination quantitative ou qualitative des contraintes physiques, chimiques ou autres auxquelles une *entité* est soumise dans des conditions données d'emploi.

9407 **diagramme de fiabilité**

E: reliability block diagram

S: diagrama de bloques de fiabilidad

Diagramme fonctionnel dans lequel chaque sous-entité d'une *entité* complexe est représentée par un bloc ou une combinaison de blocs et qui montre comment les *pannes* des sous-entités conduisent d'une *panne* de l'*entité*, pour un ou plusieurs *modes de fonctionnement* de celle-ci.

9408 **arbre de panne**

E: fault tree

S: árbol de averías

Diagramme logique montrant quels *modes de panne* des sous-entités d'une *entité* complexe, quels événements extérieurs ou quelles combinaisons de ces modes et événements conduisent à un *mode de panne* donné de l'*entité*.

9409 **diagramme de transition**

E: state-transition diagram

S: diagrama de transición de estados

Diagramme montrant l'ensemble des états possibles d'une *entité* et les transitions directes possibles entre ceux-ci.

9410 **modèle de contraintes**

E: stress model

S: modelo de esfuerzos

Modèle mathématique qui décrit comment une *caractéristique* de *fiabilité* d'une *entité* dépend des contraintes appliquées à celle-ci.

9411 **analyse des pannes**

E: fault analysis

E: análisis de averías

Examen logique et systématique d'une *entité* ou des diagrammes correspondants en vue d'identifier et d'analyser les *probabilités*, les causes et les conséquences des *pannes* possibles et des *pannes* réelles.

9412 **modèle de maintenabilité**

E: maintainability model

S: modelo de mantenibilidad

Modèle mathématique servant à la *prédiction* ou à l'*estimation* de *caractéristiques* de *maintenabilité* relatives à une *entité*, ou servant à des buts analogues.

Remarque – Un exemple de *modèle de maintenabilité* est l'*arbre de maintenance*.

9413 **prévision de maintenabilité ; prédiction de maintenabilité**

E: maintainability prediction

S: previsión de la mantenibilidad; predicción de la mantenibilidad

Détermination des valeurs numériques probables d'une *caractéristique* de *maintenabilité* d'une *entité* à partir des *caractéristiques* de *maintenabilité* et de *fiabilité* de ses sous-entités, dans des conditions d'exploitation et de *maintenance* données.

9414 **arbre de maintenance**

E: maintenance tree

S: árbol de mantenimiento

Diagramme logique montrant les différentes suites pertinentes d'*opérations élémentaires de maintenance* susceptibles d'être effectuées sur une *entité* et les conditions de leur choix.

9415 **répartition de la maintenabilité**

E: maintainability allocation; maintainability apportionment

S: distribución de la mantenibilidad; asignación de la mantenibilidad

Procédure mise en œuvre pendant la conception d'une *entité* en vue de répartir les exigences imposées aux *caractéristiques* de *maintenabilité* relatives à cette *entité* entre des sous-entités conformément à des critères données.

9.5 *Processus d'amélioration*

9501 **apprentissage**

E: learning process

S: aprendizaje

Processus selon lequel le personnel acquiert une expérience croissante et se familiarise avec les méthodes de conception et de construction, avec pour résultat une réduction du risque futur d'*erreur humaine.*

9502 **rodage**

E: burn-in

S: rodaje

Méthode d'amélioration de la *fiabilité* du matériel, qui consiste à faire fonctionner chaque *entité* dans un environnement prescrit, avec *correction de panne*, remplacement ou élimination après chaque *défaillance*, pendant la *période initiale de défaillance* où l'*intensité de défaillance* décroît rapidement.

9503 **croissance de la fiabilité**

E: reliability growth

S: crecimiento de la fiabilidad; incremento de la fiabilidad

Amélioration progressive d'une *caractéristique* de *fiabilité* d'une *entité*, ou d'une population d'*entités* semblables, au cours du temps.

Remarque – Une croissance de la *fiabilité* peut résulter d'une *modification* des entités ou d'un *rodage.*

9504 **amélioration de fiabilité**

E: reliability improvement

S: mejora de la fiabilidad

Action intentionnellement destinée à produire une *croissance de la fiabilité* par élimination des causes de *défaillances systématiques.*

9505 **programme de maintenabilité**

E: maintainability programme

S: programa de mantenibilidad

Plan détaillé comprenant les ressources humaines et matérielles, les méthodes, les tâches et les responsabilités au cours de la vie d'une *entité*, destiné à s'assurer que les objectifs assignés aux *caractéristiques* de *maintenabilité* sont atteints pour cette *entité* et à faciliter la mise en œuvre de la *maintenance.*

10 Modificateurs des caractéristiques

1001 **... vrai**

E: true ...

S: ... verdadero

Qualifie la valeur idéale qui caractérise une grandeur parfaitement définie dans les conditions qui existent au moment où cette grandeur est observée ou fait l'objet d'une détermination.

Remarque – Cette valeur ne pourrait être atteinte que si l'on pouvait éliminer toutes les causes d'erreur de mesure.

1002 **... prédit ; ... prévu**

E: predicted ...

S: ... previsto; ... predicho

Qualifie une valeur numérique assignée à une grandeur, avant que cette valeur soit observable, et calculée à partir de valeurs antérieures observées ou estimées de la même grandeur ou d'autres grandeurs en utilisant un modèle mathématique.

1003 **... extrapolé**

E: extrapolated ...

S: ... extrapolado

Qualifie une valeur *prévue* à partir de valeurs *observées* ou *estimées* qui correspondent à certaines conditions de temps, d'exploitation, de *maintenance*, d'environnement, etc., lorsque cette valeur est destinée à s'appliquer à d'autres conditions.

1004 **... estimé**

E: estimated ...

S: ... estimado

Qualifie le résultat d'une *estimation.*

Remarque – Le résultat peut s'exprimer soit par une simple valeur numérique, une estimation ponctuelle, soit par un *intervalle de confiance.*

1005 **... intrinsèque ; ... inhérent**

E: intrinsic ...; inherent ...

S: ... intrínseco; ... inherente

Qualifie une valeur déterminée en supposant que les conditions de maintenance et d'exploitation sont idéales.

1006 **... opérationnel**

E: operational ...

S: ... operacional

Qualifie une valeur déterminée dans des conditions d'exploitation données.

1007 **... moyen (adjectif)**

E: mean ...; average ... (deprecated)

S: ... medio (adjetivo); promedio (desaconsejado)

1) Qualifie une valeur obtenue comme *espérance mathématique* d'une *variable aléatoire.*

2) Qualifie une valeur obtenue comme quotient de l'intégrale d'une grandeur dépendant du temps sur un *intervalle de temps* donné, par la *durée* de cet intervalle.

1008 **... quantile-p**

E: p-fractile ...

S: cuantil-p de ...

Qualifie une valeur obtenue comme *quantile d'ordre p* de la distribution d'une *variable aléatoire.*

1009 **... instantané**

E: instantaneous ...

S: ... instantáneo

Qualifie une valeur d'une *caractéristique* déterminée pour un *instant* donné.

PARTIE II

Vocabulaire statistique

1 Introduction

Les applications quantitatives des mesures de la qualité de service, de la qualité technique du réseau, de la fiabilité et de la traficabilité doivent être fondées sur un ensemble de notions statistiques.

Cette partie fournit les termes et définitions utilisables pour ces applications.

2 Termes et définitions

2001 **caractère (statistique)**

E: characteristic

S: característica

Propriété servant à différencier les individus d'une population donnée.

Remarque – La différenciation entre individus peut être quantitative ou qualitative. Un caractère quantitatif est appelé *mesure* ou «variable»; un caractère qualitatif est appelé «attribut».

2002 **probabilité**

E: probability

S: probabilidad

Pour les besoins de la pratique, on peut considérer que, dans la caractéristique où l'on est en état de reproduire les conditions d'un *essai*, la *probabilité Pr(E)* d'un événement *E* susceptible de se produire est la valeur autour de laquelle sa fréquence d'apparition oscille et vers laquelle elle tend, lorsque le nombre d'essais augmente indéfiniment.

Remarque – La notion de *probabilité* peut être introduite sous deux formes, soit qu'on veuille s'en servir pour désigner un degré de croyance, soit qu'on la considère comme la valeur limite d'une fréquence. Dans les deux cas, son introduction nécessite certaines précautions qui ne peuvent être développées dans le cadre d'une Norme internationale et pour lesquelles il convient de se référer aux ouvrages spécialisés.

2003 **variable aléatoire**

E: random variable; variate

S: variable aleatoria

Variable pouvant prendre n'importe quelle valeur d'un ensemble déterminé de valeurs numériques, et à laquelle est associée une loi de *probabilité.*

Remarque – Une *variable aléatoire* qui ne peut prendre que des valeurs isolées est dite «discrète». Une *variable aléatoire* qui peut prendre toutes les valeurs d'un intervalle fini ou infini est dite «continue».

2004 **processus aléatoire; processus stochastique**

E: random process

S: proceso aleatorio; proceso estocástico

Ensemble de *variables aléatoires* dépendant du temps, dont les valeurs sont régies par un ensemble donné de lois de probabilité multidimensionnelles qui correspondent à toutes les combinaisons des *variables aléatoires.*

2005 **fonction de répartition**

E: distribution function

S: función de distribución

Fonction donnant, pour toute valeur x, la *probabilité* que la *variable aléatoire X* soit inférieure ou égale à x:

$$F(x) = Pr(X \leqslant x).$$

2006 **densité de probabilité**

E: probability density function

S: función densidad de probabilidad

Dérivée, si elle existe, de la *fonction de répartition:*

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dX}.$$

2007 **quantile d'ordre p ; quantile-p** (d'une loi de probabilité)

E: p-fractile; p-quantile (of a probability distribution)

S: cuantil-p; cuantil de orden p (de una ley de distribución de probabilidades)

Valeur d'une *variable aléatoire* pour laquelle la *fonction de répartition* prend une valeur donnée p, comprise entre 0 et 1, ou saute d'une valeur inférieure ou égale à p à une valeur supérieure à p.

Remarque – Si la *fonction de répartition* est égale à p dans tout un intervalle, toute valeur de cet intervalle peut être considérée comme *quantile d'ordre p.*

2008 **espérance mathématique** (d'une variable aléatoire) ; **moyenne** (d'une variable aléatoire)

E: expectation (of a random variable); *mean* (of a random variable)

S: esperanza matemática (de una variable aleatoria); *media* (de una variable aleatoria)

Quantité, si elle existe, définie:

a) Pour une *variable aléatoire* discrète X prenant les valeurs x_i avec les *probabilités* p_i, par la sommation

$$E(X) = \Sigma\, p_i x_i$$

étendue à toutes les valeurs x_i susceptibles d'être prises par X.

b) Pour une *variable aléatoire* continue X de la fonction de densité de probabilité $f(x)$, par l'intégrale

$$E(X) = \int x f(x)\, dx$$

étendue à tout le domaine de variation de X.

Remarque 1 – On dit indifféremment *espérance mathématique* d'une *variable aléatoire* ou d'une loi de *probabilité.*

Remarque 2 – Le terme *moyenne* a aussi d'autres sens, par exemple *moyenne* dans le temps.

2009 **variance** (d'une variable aléatoire)

E: variance (of a random variable)

S: varianza (de una variable aleatoria)

Espérance mathématique du carré de la différence entre une *variable aléatoire* et son *espérance mathématique.*

2010 **écart type,** δ (symbole)

E: standard deviation, δ (symbol)

S: desviación típica, δ (símbolo)

Racine carrée positive de la *variance.*

2011 **valeur observée** (en statistique)

E: observed value (in statistics)

S: valor observado (en estadística)

Valeur d'un *caractère* donnée sous la forme du résultat d'une observation ou d'un *essai.*

2012 **fréquence (statistique)**

E: relative frequency

S: frecuencia relativa

Rapport du nombre de fois où une valeur particulière, ou une valeur appartenant à une classe donnée, est observée, au nombre total d'observations.

2013 **test (statistique)**

E: statistical test

S: prueba estadística

Procédure basée sur une ou plusieurs *statistiques* provenant d'échantillons prélevés dans une ou plusieurs populations et ayant pour objet de décider soit du rejet, soit du non-rejet ou de l'acceptation d'une hypothèse relative à la distribution de ces populations.

Remarque 1 – Les valeurs des *statistiques* utilisées étant sujettes à des variations aléatoires, la prise de décision comporte certains risques d'erreur.

Remarque 2 – Il est important de noter que, d'une façon tout à fait générale, un *test statistique* suppose a priori que certaines hypothèses soient vérifiées, par exemple hypothèse d'indépendance des observations, hypothèse de normalité, etc. Ces hypothèses sous-jacentes servent de base au *test statistique.*

2014 **test unilatéral**

E: one-sided test

S: prueba unilateral

Test statistique utilisant une *statistique* unidimensionnelle dont la *région critique* comprend uniquement l'ensemble des valeurs inférieurses ou supérieures à un nombre donné.

2015 **test bilatéral**

E: two-sided test

S: prueba bilateral

Test statistique utilisant une *statistique* unidimensionnelle dont la *région critique* comprend à la fois l'ensemble des valeurs inférieures à un nombre donné et l'ensemble des valeurs supérieures à un autre nombre donné.

2016 **hypothèse nulle, H_0** (symbole)

E: null hypothesis, H_0 (symbol)

S: hipótesis nula, H_0 (símbolo)

Hypothèse que l'on doit soit rejeter, soit ne pas rejeter ou accepter à l'issue du *test statistique.*

2017 **hypothèse alternative, H_1** (symbole)

E: alternative hypothesis, H_1 (symbol)

S: hipótesis alternativa, H_1 (símbolo)

Hypothèse, généralement composite, que l'on oppose à l'*hypothèse nulle.*

2018 **région critique**

E: critical region

S: región crítica

Ensemble des valeurs possibles de la *statistique* utilisée dans un *test statistique*, tel que l'on rejette l'*hypothèse nulle* si la valeur de cette *statistique* résultant des *valeurs observées* appartient à l'ensemble, tandis qu'on ne la rejette pas ou qu'on l'accepte dans le cas contraire.

2019 **valeurs critiques**

E: critical values

S: valores críticos

Valeur(s) donnée(s) limitant la *région critique.*

2020 **erreur de première espèce**

E: error of the first kind

S: error de primera clase

Erreur commise lorsqu'on décide de rejeter l'hypothèse nulle parce que la *statistique* prend une valeur appartenant à la *région critique*, alors que cette *hypothèse nulle* est vraie.

2021 **risque de première espèce**

E: type I risk

S: riesgo de tipo I

Probabilité de commettre l'*erreur de première espèce* qui varie suivant la situation réelle (dans le cadre de l'*hypothèse nulle*). Sa valeur maximale est le *niveau de signification* du *test statistique.*

2022 **erreur de seconde espèce**

E: error of the second kind

S: error de segunda clase

Erreur commise lorsqu'on décide de ne pas rejeter (accepter) l'*hypothèse nulle* (parce que la *statistique* prend une valeur n'appartenant pas à la *région critique*), alors que cette *hypothèse nulle* n'est pas vraie (l'*hypothèse alternative* l'étant donc).

2023 **risque de seconde espèce**

E: type II risk

S: riesgo de tipo II

Probabilité, notée β, de commettre l'*erreur de seconde espèce.* Sa valeur dépend de la situation réelle et ne peut être calculée que si l'*hypothèse alternative* est suffisamment spécifiée.

2024 **courbe d'efficacité** (d'un plan de test)

E: operating characteristic curve; OC curve (for a statistical test plan)

S: curva característica de funcionamiento (para un plan de prueba estadística)

Courbe donnant, pour un plan de test donné, la *probabilité* d'acceptation en fonction de la valeur réelle d'une *caractéristique* donnée.

2025 **(point du) risque du fournisseur**

E: producer's risk (point)

S: (punto de) riesgo del proveedor

Point, sur la *courbe d'efficacité*, correspondant à une *probabilité de rejet* fixée à l'avance et généralement faible.

2026 **(point du) risque du client**

E: consumer's risk (point)

S: (punto de) riesgo del consumidor

Point, sur la *courbe d'efficacité*, correspondant à une *probabilité d'acceptation* fixée à l'avance et généralement faible.

2027 **puissance du test**

E: power of the test

S: potencia de la prueba

Probabilité de ne pas commettre l'*erreur de seconde espèce*, égale à $1 - \alpha$, et donc la *probabilité* de rejeter l'*hypothèse nulle* quand celle-ci est fausse.

2028 **niveau de signification** (d'un test) ; **seuil de signification,** α (symbole)

E: significance level (of a statistical test), α (symbol)

S: nivel de significación (de una prueba estadística); *umbral de significación*, α (símbolo)

Valeur donnée qui limite supérieurement la *probabilité* de rejeter l'*hypothèse nulle* d'un *test statistique*, alors que cette hypothèse est vraie.

Remarque — La *région critique* est déterminée de façon que le *risque de première espèce* soit au plus égal au *niveau de signification* donné.

2029 **probabilité d'acceptation**

E: probability of acceptance

S: probabilidad de aceptación

Probabilité qu'une *entité* soit acceptée par application d'un plan de *test statistique* déterminé.

2030 **probabilité de rejet**

E: probability of rejection

S: probabilidad de rechazo

Probabilité qu'une *entité* ne soit pas acceptée par application d'un plan de *test statistique* déterminé.

2031 **intervalle de confiance**

E: confidence interval

S: intervalo de confianza

Intervalle aléatoire, limité par les valeurs de deux *statistiques* ou par la valeur d'une seule, tel que la *probabilité* pour qu'un paramètre à estimer appartienne à cet intervalle soit égale à une valeur donnée $1 - \alpha$, où α est le *niveau de signification.*

2032 **intervalle statistique de dispersion**

E: statistical tolerance interval

S: intervalo estadístico de tolerancia

Intervalle aléatoire, limité par les valeurs de deux *statistiques* ou par la valeur d'une seule, tel que la *probabilité* pour qu'une fraction de la population au moins égale à une valeur donnée comprise entre 0 et 1 appartienne à cet intervalle soit égale à une valeur donnée $1 - \alpha$, où α est le *niveau de signification.*

2033 **limite de confiance**

E: confidence limit

S: límite de confianza

Chacune des limites d'un *intervalle de confiance* bilatéral ou limite d'un *intervalle de confiance* unilatéral.

2034 **estimation (de paramètres)**

E: estimation

S: estimación (de parámetros)

Opération ayant pour but, à partir des *valeurs observées* dans un échantillon, d'attribuer des valeurs numériques aux paramètres d'une loi de probabilité prise comme modèle statistique de la population dont est issu cet échantillon.

Remarque – Terme associé: *estimer*

2035 **estimation**

E: estimate

S: estimación

Résultat d'une opération d'*estimation* de paramètres.

Remarque – Ce résultat peut s'exprimer soit par une seule valeur numérique, l'*estimation* étant alors dite ponctuelle, soit par un *intervalle de confiance.*

2036 **estimateur**

E: estimator

S: estimador

Statistique utilisée pour *estimer* un paramètre d'une population.

2037 **niveau de confiance**

E: confidence coefficient; confidence level

S: coeficiente de confianza; nivel de confianza

Valeur $1 - \alpha$ de la *probabilité* associée à un *intervalle de confiance* ou à un *intervalle statistique de dispersion,* où α est le *niveau de signification.*

2038 **statistique**

E: statistic

S: estadístico

Fonction des *valeurs observées* provenant d'un échantillon.

2039 **niveau acceptable** (d'une caractéristique)

E: acceptable level (of a measure)

S: nivel aceptable (de una medida)

Pour une aptitude donnée, valeur d'une *caractéristique* de cette aptitude donnée qui, dans un plan de *test,* correspond à une *probabilité d'acceptation* spécifiée, mais relativement forte.

ANNEXE A

(au supplément n° 6)

Liste alphabétique des définitions contenues dans ce supplément

9304 à sûreté intégrée
9403 AMDE
9404 AMDEC
9504 amélioration de fiabilité
9406 analyse de contraintes
9404 analyse des modes de panne, de leurs effets et de leur criticité
9403 analyse des modes de panne et de leurs effets
9411 analyse des pannes
9405 analyse par arbre de panne
9501 apprentissage
9414 arbre de maintenance
9408 arbre de panne
5503 attente
5102 bogue
2001 caractère
3011 caractéristique
5217 cause de défaillance
6030 cellule de maintenance
6027 correction (de panne)
2024 courbe d'efficacité (d'un plan de test)
8311 couverture de pannes
8312 couverture des réparations
9503 croissance de la fiabilité
5201 défaillance
5214 défaillance à ne pas prendre en compte
5213 défaillance à prendre en compte
5212 défaillance cataleptique
5202 défaillance critique
5207 défaillance de conception
5208 défaillance de fabrication
5203 défaillance non critique
5214 défaillance non pertinente
5211 défaillance par dérive
5205 défaillance par fausse manœuvre
5206 défaillance par fragilité (inhérente)
5204 défaillance par mauvaise utilisation
5209 défaillance par usure
5209 défaillance par vieillissement
5213 défaillance pertinente
5215 défaillance primaire
5211 défaillance progressive
5219 défaillance reproductible
5210 défaillance soudaine
5216 défaillance secondaire
5219 défaillance systématique
5101 défaut
5103 défaut critique
5111 défaut de conception
5112 défaut de fabrication
5105 défaut majeur
5106 défaut mineur
5104 défaut non critique
5107 défectueux
5108 défectueux critique
5109 défectueux majeur
5110 défectueux mineur
5211 dégradation
7109 délai administratif (pour la maintenance corrective)
7110 délai logistique
7112 délai technique
8202 densité de défaillance
2006 densité de probabilité
8202 densité (temporelle) (instantanée) de défaillance
8302 densité (temporelle) (instantanée) de réparation
8203 densité (temporelle) moyenne de défaillance
8303 densité (temporelle) moyenne de réparation
6005 dépannage
5301 dérangement
6024 détection (de panne)
6025 diagnostic (de panne)
9407 diagramme de fiabilité
9409 diagramme de transition
4002 disponibilité (aptitude)
8105 disponibilité (caractéristique)
8105 disponibilité asymptotique
8101 disponibilité (instantanée)
8111 disponibilité instantanée d'un circuit loué
8103 disponibilité moyenne
8107 disponibilité moyenne asymptotique
5508 disponible
9204 données de référence
9201 donnée observée
9202 données d'essai
9203 données d'exploitation
4006 durabilité
3009 durée
3010 durée cumulée
7209 durée cumulée d'indisponibilité
8110 durée cumulée moyenne d'indisponibilité
7302 durée de fonctionnement avant défaillance

7301 durée de fonctionnement avant la première défaillance
7305 durée de vie utile
7102 durée équivalente de maintenance
8305 durée moyenne d'indisponibilité
8109 durée moyenne de disponibilité
8207 durée moyenne de fonctionnement avant défaillance
8206 durée moyenne de fonctionnement avant la première défaillance
8310 durée moyenne de panne
8306 durée moyenne de réparation
8308 durée moyenne de réparation active
8401 durée moyenne du délai administratif
8403 durée moyenne du délai logistique
8304 durée moyenne équivalente de maintenance
2010 écart type
6018 échelon de maintenance
5323 en panne
3001 entité
5107 entité défectueuse
3003 entité non réparée
3002 entité réparée
6004 entretien
6007 entretien systématique
5401 erreur
5402 erreur d'exécution
5403 erreur d'interaction
5102 erreur de programmation
5405 erreur (humaine)
5404 erreur propagée
2020 erreur de première espèce
2022 erreur de seconde espèce
2008 espérance mathématique
9101 essai
9107 essai accéléré
9106 essai d'endurance
9105 essai dans des conditions d'exploitation
9102 essai de conformité
9103 essai de détermination
9109 essai de sélection
9104 essai en laboratoire
9108 essai sous contrainte échelonnée
2036 estimateur
2034 estimation (de paramètres)
2035 estimation
1004 estimé
3012 exploitation
1003 extrapolé
5510 état critique
5503 (état d') attente
5505 état d'incapacité
5506 état d'incapacité externe
5507 état d'incapacité interne
5507 état d'indisponibilité
5508 état de disponibilité
5501 (état de) fonctionnement
5502 (état de) non-fonctionnement
5504 état libre
5509 état occupé
5504 état vacant
8210 facteur d'accélération de l'intensité de défaillance
8209 facteur d'accélération de la densité de défaillance
8209 facteur d'accélération du taux de défaillance
9110 facteur d'accélération temporelle
5405 faute
4003 fiabilité (aptitude)
8201 fiabilité (caractéristique)
2005 fonction de répartition
3005 fonction requise
5501 fonctionnement
2012 fréquence (statistique)
2017 hypothèse alternative
2016 hypothèse nulle
5106 imperfection
8106 indisponibilité asymptotique
8102 indisponibilité (instantanée)
8104 indisponibilité moyenne
8108 indisponibilité moyenne asymptotique
5507 indisponible
3001 individu
1005 inhérent
3007 instant
1009 instantané
8204 intensité de défaillance
8204 intensité (instantanée) de défaillance
8205 intensité moyenne de défaillance
2031 intervalle de confiance
3008 intervalle de temps
2032 intervalle statistique de dispersion
1005 intrinsèque
2033 limite de confiance
6026 localisation (de panne)
6026 localiser (une panne)
4005 logistique de maintenance
4004 maintenabilité (aptitude)
8301 maintenabilité (caractéristique)
6003 maintenance
6013 maintenance affectant les fonctions
6014 maintenance-arrêt
6012 maintenance automatique
6015 maintenance avec dégradation
6005 maintenance corrective
6015 maintenance dégradant les fonctions
6010 maintenance déportée
6006 maintenance différée

6023 maintenance dirigée
6014 maintenance empêchant l'accomplissement des fonctions
6016 maintenance en exploitation
6016 maintenance en fonctionnement
6009 maintenance in situ
6008 maintenance non programmée
6004 maintenance préventive
6007 maintenance programmée
9306 masquage de panne
5218 mécanisme de défaillance
3011 mesure (en fiabilité et domaines connexes)
5322 mode de défaillance (terme déconseillé)
3006 mode de fonctionnement
5322 mode de panne
9410 modèle de contraintes
9402 modèle de fiabilité
9412 modèle de maintenabilité
3013 modification (d'une entité)
1007 moyen
2008 moyenne (d'une variable aléatoire)
8208 moyenne des temps entre défaillances
8310 moyenne des temps pour la tâche de réparation
8208 MTBF
8207 MTTF
8310 MTTR
2039 niveau acceptable (d'une caractéristique)
6019 niveau d'intervention (pour la maintenance)
2037 niveau de confiance
6017 niveau de maintenance
2028 niveau de signification (d'un test)
5502 non-fonctionnement
5509 occupation
6021 opération de maintenance
6020 opération élémentaire de maintenance
1006 opérationnel
5301 panne
5314 panne complète
5302 panne critique
5309 panne de conception
5310 panne de fabrication
5318 panne franche
5319 panne indéterminée
5317 panne intermittente
5320 panne latente
5304 panne majeure
5305 panne mineure
5312 panne mise en évidence par le programme
5313 panne mise en évidence par les données
5303 panne non critique
5307 panne par fausse manœuvre
5308 panne par fragilité (inhérente)
5306 panne par mauvaise utilisation
5311 panne par usure
5311 panne par vieillissement
5315 panne partielle
5316 panne permanente
5321 panne systématique
5317 panne temporaire
7205 période d'attente
7307 période d'intensité constante de défaillance
7309 période de défaillance par usure
7309 période de défaillance par vieillissement
7308 période de densité constante de défaillance
7308 période de taux constant de défaillance
7306 période initiale de défaillance
7204 période non requise
7203 période requise
7206 période vacante
6001 philosophie de maintenance
2026 point du risque du client
2025 point du risque du fournisseur
6002 politique de maintenance
9401 prédiction
9413 prédiction de maintenabilité
1002 prédit
9401 prévision
9413 prévision de maintenabilité
1002 prévu
2002 probabilité
2029 probabilité d'acceptation
2030 probabilité de rejet
2004 processus aléatoire
2004 processus stochastique
9505 programme de maintenabilité
9304 protégé contre défaillances (critique)
2027 puissance du test
2007 quantile d'ordre *p*
1008 quantile-p
8307 quantile-p de la durée de réparation
8309 quantile-p de la durée de réparation active
8402 quantile-p du délai administratif
8404 quantile-p du délai logistique
9301 redondance
9302 redondance active
9303 redondance en attente
9303 redondance en secours
9303 redondance passive
2018 région critique
6005 réparation
9415 répartition de la maintenabilité
6029 rétablissement
2021 risque de première espèce
2023 risque de seconde espèce
2026 risque du client

2025 risque du fournisseur
9502 rodage
2028 seuil de signification
2038 statistique
6022 supervision
4001 sûreté de fonctionnement
6022 surveillance
6021 tâche de maintenance
8202 taux (instantané) de défaillance
8203 taux moyen de défaillance
6011 télémaintenance
7207 temps d'incapacité
7210 temps d'incapacité externe
7208 temps d'indisponibilité
7211 temps de bon fonctionnement
7111 temps de correction de panne
7211 temps de disponibilité
7201 temps de fonctionnement
7114 temps de localisation (de panne)
7101 temps de maintenance
7103 temps de maintenance active
7105 temps de maintenance corrective
7107 temps de maintenance corrective active
7104 temps de maintenance préventive
7106 temps de maintenance préventive active
7108 temps de non détection de panne
7202 temps de non fonctionnement
7304 temps de panne
7105 temps de réparation
7107 temps de réparation active
7113 temps de vérification (du fonctionnement)
7303 temps entre défaillances
7206 temps libre
7206 temps mort
8305 temps moyen d'indisponibilité
8109 temps moyen de disponibilité
2015 test bilatéral
2013 test statistique
2014 test unilatéral
8109 TMD
8305 TMI
9305 tolérance aux pannes
2019 valeurs critiques
9204 valeur de référence
9201 valeur observée
2011 valeur observée (en statistique)
2003 variable aléatoire
2009 variance (d'une variable aléatoire)
6028 vérification (de fonctionnement)
9111 vérification de la maintenabilité
9112 vérification expérimentale de la maintenabilité
7305 vie utile
1001 vrai

ANNEXE B

(au supplément n° 6)

Relations entre les notions défaut, défaillance et panne

TABLEAU B-1

Défaut	Défaillance	Panne
Défaut critique	Défaillance critique	Panne critique
Défaut non critique	Défaillance non critique	Panne non critique
Défaut majeur	–	Panne majeure
Défaut mineur	–	Panne mineure
–	Défaillance par mauvaise utilisation	Panne par mauvaise utilisation
–	Défaillance par fausse manœuvre	Panne par fausse manœuvre
–	Défaillance par fragilité inhérante	Panne par fragilité inhérante
Défaut de conception	Défaillance de conception	Panne de conception
Défaut de fabrication	Défaillance de fabrication	Panne de fabrication
–	Défaillance par vieillissement	Panne par vieillissement
–	Défaillance soudaine	–
–	Défaillance progressive	–
–	Défaillance cataleptique	–
–	Défaillance pertinente	–
–	Défaillance non pertinente	–
–	Défaillance primaire	–
–	Défaillance secondaire	–
–	Cause de défaillance	–
–	Mécanisme de défaillance	–
–	–	Panne mise en évidence par le programme
–	–	Panne mise en évidence par les données
–	–	Panne complète
–	–	Panne partielle
–	–	Panne permanente
–	–	Panne intermittente
–	–	Mode de panne
–	–	Panne franche
–	–	Panne indéterminée
–	–	Panne latente
–	Défaillance systématique	Panne systématique
Erreur de programmation	–	–

ANNEXE C

(au supplément n° 6, partie I)

Symboles et abréviations recommandés

α	Niveau de signification
β	Risque de seconde espèce
$\lambda(t)$	Densité (temporelle instantanée) de défaillance
$\bar{\lambda}(t_1, t_2)$	Densité (temporelle) moyenne de défaillance [sur l'intervalle de temps (t_1, t_2)]
$\mu(t)$	Densité (temporelle instantanée) de réparation
$\bar{\mu}(t_1, t_2)$	Densité (temporelle) moyenne de réparation [sur l'intervalle de temps (t_1, t_2)]
δ	Ecart-type
A	Disponibilité asymptotique
$A(t)$	Disponibilité (instantanée)
$\overline{A}$	Disponibilité moyenne asymptotique
$\overline{A}(t_1, t_2)$	Disponibilité moyenne [sur l'intervalle de temps (t_1, t_2)]
$E(X)$	Espérance mathématique
AMDE	Analyse des modes de panne et de leurs effets
AMDEC	Analyse des modes de panne, de leurs effets et de leur criticité
$f(x)$	Densité de probabilité
$F(x)$	Fonction de répartition
H_0	Hypothèse nulle
H_1	Hypothèse alternative
MTBF	Moyenne des temps entre défaillances
MTTF	Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance
MTTFF	Durée moyenne de fonctionnement avant la première défaillance
MTTR	Durée moyenne de panne; Moyenne des temps pour la tâche de réparation
$N(t_1, t_2)$	Nombre des défaillances [sur l'intervalle de temps (t_1, t_2)]
R	Fiabilité
TMD	Temps moyen de disponibilité
TMI	Temps moyen d'indisponibilité
U	Indisponibilité asymptotique
$U(t)$	Indisponibilité instantanée
$\overline{U}$	Indisponibilité moyenne asymptotique
$\overline{U}(t_1, t_2)$	Indisponibilité moyenne [sur l'intervalle de temps (t_1, t_2)]
$z(t)$	Intensité instantanée de défaillance
$\bar{z}(t_1, t_2)$	Intensité moyenne de défaillance [sur l'intervalle de temps (t_1, t_2)]

GUIDE POUR L'ÉVALUATION ET LA MISE EN ŒUVRE DE RÉSEAUX À ACHEMINEMENT DÉTOURNÉ

Une méthode systématique comportant un certain nombre d'étapes distinctes est utilisée pour l'évaluation de réseaux à acheminement détourné.

Ces étapes sont indiquées dans le diagramme contenu dans l'annexe A et sont données à titre indicatif. Il se peut que certaines Administrations souhaitent étendre ou supprimer certaines de ces mesures, ou en changer l'ordre selon les circonstances.

On peut répartir ces étapes entre les six processus suivants:

- Détermination d'une voie d'acheminement détourné.
- Sélection préliminaire.
- Regroupement de données.
- Evaluation.
- Mise en œuvre.
- Contrôle.

1 La détermination d'une voie d'acheminement détourné

Une Administration terminale choisit une voie d'acheminement détourné.

Un accord est passé à titre expérimental avec l'Administration terminale située à l'autre extrémité en vue de l'utilisation de la voie d'acheminement détourné choisie, et les deux Administrations terminales passent des accords à titre expérimental avec l'Administration de transit afin d'étudier l'utilisation de son réseau comme une voie d'acheminement détourné.

Si aucun accord n'est atteint à titre expérimental, une autre voie d'acheminement détourné est choisie et si aucune n'est disponible, la procédure est abandonnée.

2 La sélection préliminaire

L'encadrement des Administrations terminales chargées de la transmission, l'acheminement et l'aboutissement des appels analyse, à l'aide des données disponibles, les possibilités d'utilisation de la voie d'acheminement détourné.

Si une objection est émise, une autre voie d'acheminement détourné est sélectionnée et si aucune n'est disponible, la procédure est abandonnée.

3 Le regroupement de données

Un questionnaire est transmis à toutes les Administrations concernées afin d'obtenir des renseignements supplémentaires avant qu'il soit procédé à l'évaluation de la voie d'acheminement détourné proposée.

Le questionnaire peut contenir des demandes de transmission, d'acheminement, de taux d'aboutissement d'appels, de profils de trafic, de coûts de circuits et de charges de transit.

Si aucune réponse n'est donnée au questionnaire ou si les renseignements fournis montrent que la voie d'acheminement détourné ne convient pas, une autre voie d'acheminement détourné est choisie ou, si aucune n'est disponible, la procédure est abandonnée.

4 L'évaluation

Dimensionnement du réseau d'acheminement détourné selon la Recommandation E.522.

Si des circuits supplémentaires sont nécessaires sur la voie d'acheminement détourné et que l'augmentation requise excède la capacité disponible, une autre voie d'acheminement détourné est sélectionnée; si aucune autre voie d'acheminement détourné n'est disponible, les Administrations peuvent décider de conserver la voie d'acheminement détourné choisie et admettre le principe d'un coût plus élevé.

5 La mise en œuvre

La négociation finale est menée et l'approbation par toutes les Administrations concernées par le réseau à acheminement détourné est recherchée.

La négociation devrait inclure la responsabilité et la procédure des comptes rendus pour l'enregistrement du trafic de débordement acheminé sur la voie d'acheminement détourné.

Si aucun accord final ne peut être atteint, une autre voie d'acheminement détourné est choisie et si aucune n'est disponible, la procédure est abandonnée.

6 Le contrôle

Enregistrer et échanger régulièrement des données sur le volume du trafic ainsi que le fonctionnement de la voie d'acheminement détourné.

ANNEXE A

(au supplément n° 7)

Diagramme de la méthode d'évaluation de mise en œuvre des réseaux à acheminement détourné

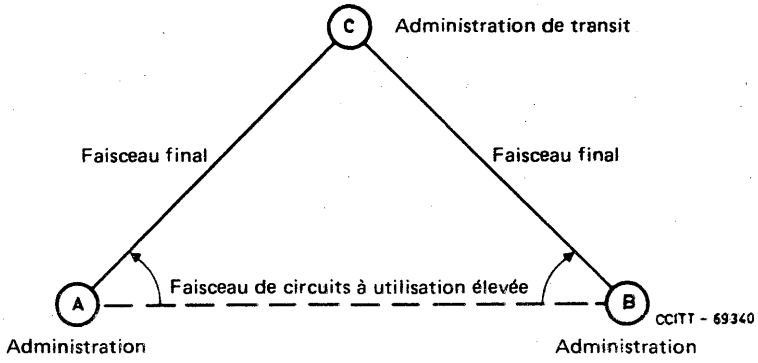
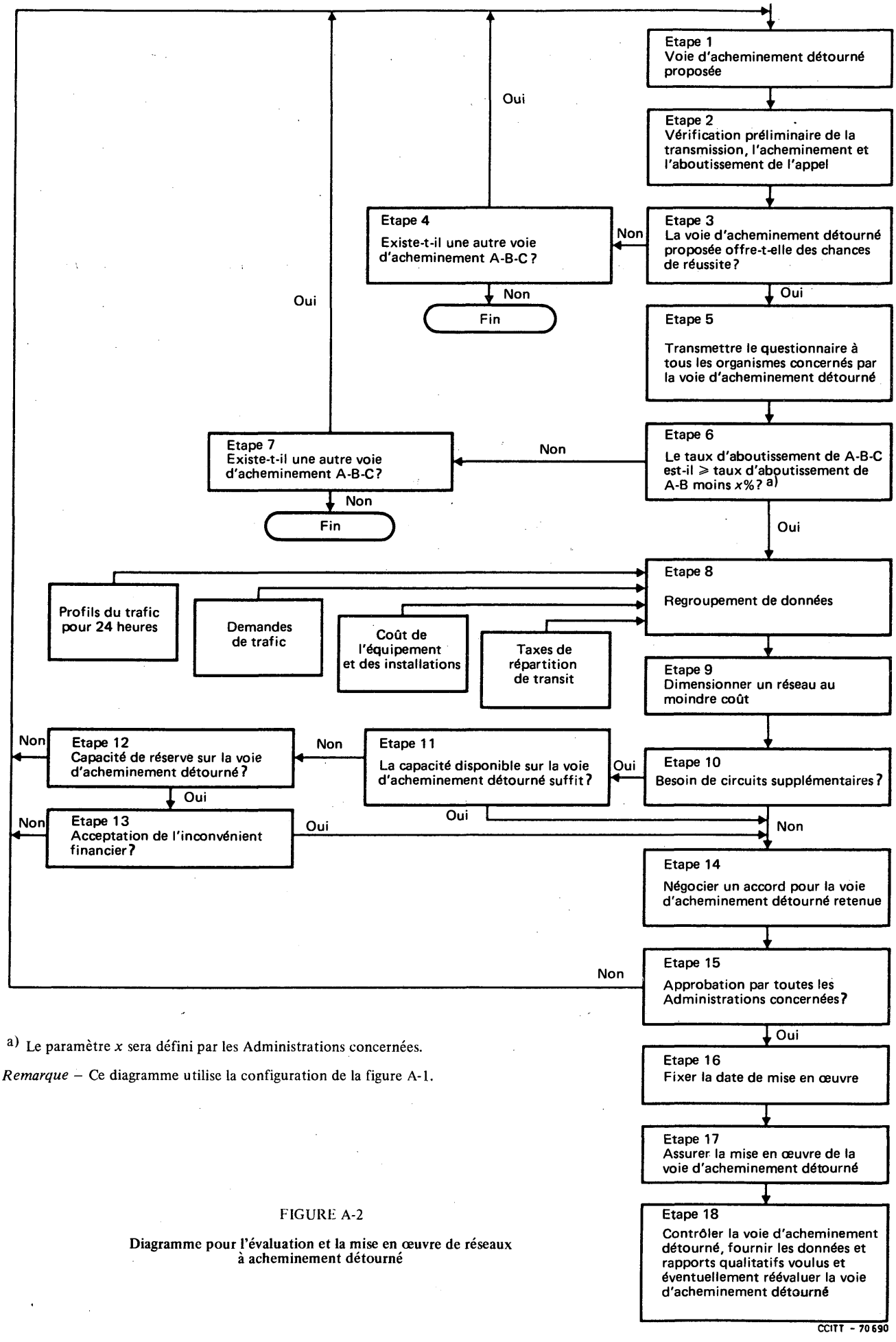


FIGURE A-1

Réseau à acheminement détourné



a) Le paramètre x sera défini par les Administrations concernées.

Remarque – Ce diagramme utilise la configuration de la figure A-1.

FIGURE A-2

Diagramme pour l'évaluation et la mise en œuvre de réseaux à acheminement détourné

ISBN 92-61-03272-9