

Remplacée par une version plus récente



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

E.524 (rév.1)

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

(06/92)

**SERVICE TÉLÉPHONIQUE ET RNIS
QUALITÉ DE SERVICE, GESTION
DU RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC**

**APPROXIMATIONS DU TRAFIC DE
DÉBORDEMENT POUR DES COURANTS
DE TRAFIC NON ALÉATOIRES**

Recommandation E.524 (rév.1)
Remplacée par une version plus récente



Genève, 1992

Remplacée par une version plus récente

AVANT-PROPOS

Le CCITT (Comité consultatif international télégraphique et téléphonique) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée plénière du CCITT, qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études et approuve les Recommandations rédigées par ses Commissions d'études. Entre les Assemblées plénières, l'approbation des Recommandations par les membres du CCITT s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 2 du CCITT (Melbourne, 1988).

La Recommandation E.524, que l'on doit à la Commission d'études II, a été approuvée le 16 juin 1992 selon la procédure définie dans la Résolution n° 2.

NOTE DU CCITT

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

© UIT 1992

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Remplacée par une version plus récente

Recommandation E.524

APPROXIMATIONS DU TRAFIC DE DÉBORDEMENT POUR DES COURANTS DE TRAFIC NON ALÉATOIRES

(révisée en 1992)

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 groupes 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 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 (IPP) (*interrupted Poisson process*)
- b) la méthode de la capacité équivalente (EC) (*equivalent capacity*)
- c) la méthode d'approximation de Wilkinson et Wallström (AWW) (*approximative Wilkinson Wallström*).

2.1 Méthode du processus interrompu de Poisson (IPP)

La méthode IPP 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.

Remplacée par une version plus récente

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 deuxième et troisième et septième 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 (IPP). Cette méthode convient parfaitement pour les calculs informatiques. Les équations de transition d'état d'un faisceau de circuits avec des données de l'IPP 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 (EC)

La méthode de la capacité équivalente (méthode EC) [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:

$$\text{Error!} \quad (2-1)$$

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:

$$\text{Error!} \quad (2-2)$$

avec:

$$D_i(n) = 1 + a_i [\rho_i(n) - \rho_i(n - 1)] \quad (2-3)$$

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.

Remplacée par une version plus récente

La valeur moyenne du deuxième courant partiel de débordement est:

$$O_i = a_i \pi \rho_i(n_i) \quad (2-4)$$

où π représente la congestion temporelle du faisceau de débordement.

La compensation partielle de la qualité d'écoulement du trafic est réalisée si:

$$\rho_i(n_i) = C \quad (2-5)$$

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 (ERT) (*equivalent random traffic*) 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

$$\gamma = (2,36 Z - 2,17) \log \{1 + (Z - 1)/[M(Z + 1,5)]\}$$

et

$$\beta = Z/(1,5 M + 2 Z - 1,3) \quad (2-6)$$

Remplacée par une version plus récente

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:

$$\tilde{m}_i = m_i B(1 - w + w z_i / Z) \quad (2-7)$$

w étant une expression appropriée. Wallström a proposé une formule très simple permettant néanmoins d'obtenir des résultats raisonnables [6], [2]:

$$w = 1 - B \quad (2-8)$$

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:

$$w = \{ 1 - B; \text{ si } z_{\max} < Z(1 + B)/B ; Z(1 - B)/(B(z_{\max} - Z)); \text{ sinon} \} \quad (2-9)$$

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 \tilde{v}_i sont obtenues à partir de la variance du débordement total \tilde{V} au moyen d'une formule simple de subdivision, à savoir:

$$\tilde{v}_i = \tilde{V}_i v_i / V \quad (2-10)$$

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 .

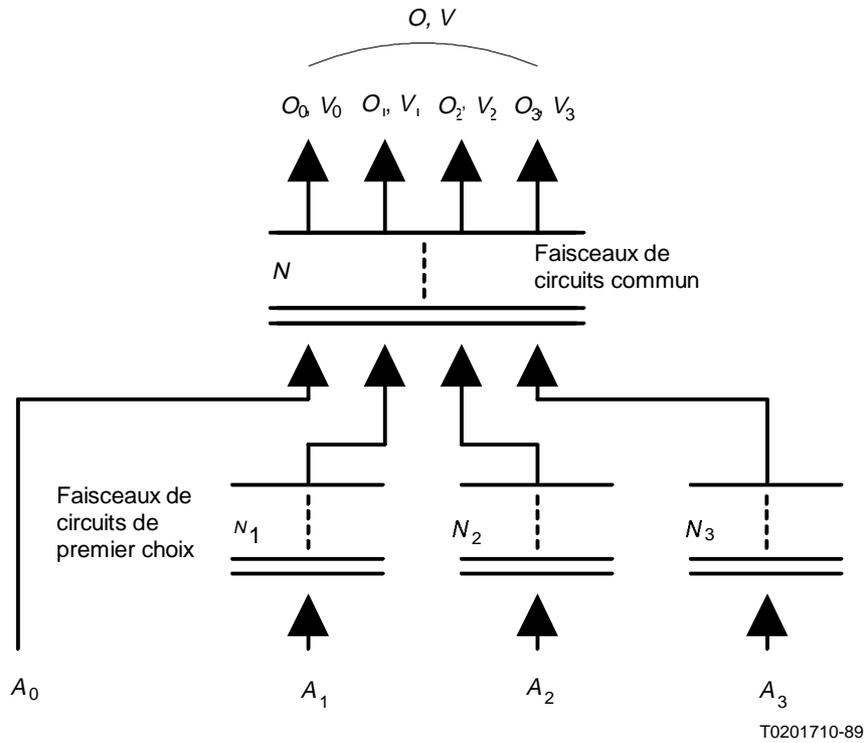
Etant donné que les différentes variances sont traitées de cette manière, on ne peut pas comparer les résultats avec ceux du tableau 2/E.524.

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.

Remplacée par une version plus récente



- A_i Volume du trafic Poisson offert
- N_i Nombre de faisceaux de circuits de premier choix
- N_j Numéro du faisceau de circuits commun
- O_j Moyenne du trafic qui déborde du faisceau de circuits commun
- V_j Variance du trafic de débordement du faisceau de circuits commun
- O Moyenne du trafic total qui déborde du faisceau de circuits commun
- V Variance du trafic total qui déborde du faisceau de circuits commun

FIGURE 1/E.524

Modèle de calcul

A titre de comparaison, on définit les critères suivants:

i) *Erreur sur le trafic de débordement*

– *Précision des différentes moyennes et variances du trafic de débordement*

– *Erreur moyenne*

Error!

Error!

Remplacée par une version plus récente

– *Ecart type de l'erreur*

Error!

Error!

où:

$$\delta_O^i = (O_i - \bar{O}_i) / \bar{O}_i$$

$$\delta_V^i = (V_i - \bar{V}_i) / \bar{V}_i$$

O_i, V_i Valeur calculée de la moyenne et de la variance pour chaque courant par la méthode d'approximation.

\bar{O}_i, \bar{V}_i Valeur calculée exacte de la moyenne et de la variance.

M Numéro du courant d'entrée vers un faisceau de circuits commun.

– *Précision de la moyenne et de la variance du trafic de débordement total*

– *Erreur moyenne*

Error!

Error!

Remplacée par une version plus récente

– *Ecart type de l'erreur*

Error!

Error!

où:

$$\delta_O = (O - \bar{O})/\bar{O}$$

$$\delta_V = (V - \bar{V})/\bar{V}$$

O, V Valeur calculée de la moyenne et de la variance totales pour la méthode d'approximation.

\bar{O}, \bar{V} Valeur calculée exacte de la moyenne et de la variance totales.

ii) *Calculs*

– *Temps relatif de traitement*

$C =$

Error!

– *Besoins mémoire*

$M =$

Error!

– *Dimension du programme*

$S =$

Error!

Remarque 1 – C, M et S doivent concerner le même processeur, le même langage et les mêmes algorithmes associés.

Remarque 2 – Selon le type de méthode d'approximation (calcul direct ou récursif), différentes compensations entre C, M et S peuvent intervenir, par exemple plus de mémoire et moins de temps, petit programme et plus de temps, etc.

Remplacée par une version plus récente

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

Cas	A_1	A_2	A_3	A_0	O_0	O_1	O_2	O_3	O
	N_1	N_2	N_3	N	V_0	V_1	V_2	V_3	V
1	7,036	26,688	64,169	–	–	0,4337	0,7490	1,091	2,274
	5	28	70	11	–	0,7656	2,111	4,441	10,51
2	7,036	26,688	64,169	–	–	0,1449	0,2758	0,4944	0,9150
	5	28	70	16	–	0,2436	0,7328	1,911	4,293
3	7,036	26,688	64,169	–	–	0,01369	0,02846	0,06628	0,1084
	5	28	70	25	–	0,02041	0,06461	0,2205	0,4464
4	7,036	10,176	13,250	–	–	0,7459	1,262	1,785	3,792
	5	6	7	14	–	1,193	2,292	3,625	11,28
5	7,036	10,176	13,250	–	–	0,2888	0,4857	0,6832	1,458
	5	6	7	19	–	0,4636	0,9089	1,460	4,754
6	7,036	10,176	13,250	–	–	0,03570	0,05915	0,08237	0,1772
	5	6	7	26	–	0,05358	0,1026	0,1621	0,5249
7	7,036	32,395	77,617	–	–	0,4516	1,176	2,344	3,972
	5	31	77	16	–	0,7434	3,466	10,39	21,41
8	7,036	32,395	77,617	–	–	0,1538	0,4294	0,9739	1,557
	5	31	77	23	–	0,2427	1,200	4,219	8,558
9	7,036	32,395	77,617	–	–	0,01303	0,03984	0,1006	0,1535
	5	31	77	35	–	0,01841	0,09378	0,3690	0,7124
10	64,169	32,395	13,250	–	–	1,157	1,455	1,320	3,933
	70	31	7	15	–	4,442	4,256	2,849	18,28
11	64,169	32,395	13,250	–	–	0,5564	0,5849	0,4749	1,616
	70	31	7	21	–	2,026	1,675	1,023	8,008
12	64,169	32,395	13,250	–	–	0,06907	0,05265	0,03848	0,1602
	70	31	7	32	–	0,2167	0,1295	0,07165	0,7075
13	7,036	26,688	64,169	3,000	0,4064	0,5038	0,8274	1,160	2,897
	5	28	70	13	0,5578	0,8566	2,243	4,574	13,16
14	7,036	26,688	64,169	3,000	0,1460	0,1840	0,3384	0,5729	1,241
	5	28	70	18	0,1992	0,3043	0,8779	2,163	5,893
15	7,036	26,688	64,169	3,000	0,01170	0,01506	0,03086	0,07035	0,1280
	5	28	70	28	0,01472	0,02218	0,06861	0,2287	0,5374
16	7,036	32,395	77,617	1,000	0,1253	0,4451	1,156	2,304	4,031
	5	31	77	17	0,1392	0,7266	3,366	10,10	21,77
17	7,036	32,395	77,617	1,000	0,04250	0,1536	0,4275	0,9674	1,591
	5	31	77	24	0,04696	0,2409	1,183	4,148	8,775
18	7,036	32,395	77,617	1,000	0,004542	0,01687	0,05106	0,1282	0,2006
	5	31	77	35	0,004891	0,02398	0,1214	0,4751	0,9548
19	64,169	32,395	13,250	9,000	1,761	1,251	1,654	1,630	6,295
	70	31	7	21	3,052	4,517	4,406	3,103	27,73
20	64,169	32,395	13,250	9,000	0,6761	0,6501	0,7389	0,6427	2,708
	70	31	7	28	1,253	2,225	1,956	1,279	13,61
21	64,169	32,395	13,250	9,000	0,06219	0,09577	0,07978	0,06069	0,2984
	70	31	7	40	0,1054	0,2884	0,1887	0,1099	1,409

Remplacée par une version plus récente

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

Cas	A_1	A_2	A_3	A_0	O_0	O_1	O_2	O_3	O
	N_1	N_2	N_3	N	V_0	V_1	V_2	V_3	V
22	8,200	30,000	–	–	–	0,6153	1,139	–	1,755
	5	30	–	10	–	1,179	3,473	–	6,159
23	8,200	30,000	–	–	–	1,807	2,465	–	4,272
	5	30	–	5	–	3,263	7,431	–	13,00
24	8,200	30,000	–	–	–	0,01866	0,04814	–	0,06680
	5	30	–	21	–	0,03026	0,1233	–	0,1993
25	8,200	30,000	–	–	–	0,2111	0,4629	–	0,6740
	5	30	–	14	–	0,3902	1,372	–	2,355
26	8,200	14,300	–	–	–	0,04699	0,09279	–	0,1398
	5	7	–	22	–	0,07700	0,1980	–	0,3724
27	8,200	14,300	–	–	–	0,3744	0,7547	–	1,129
	5	7	–	16	–	0,6603	1,763	–	3,322
28	8,200	14,300	–	–	–	0,9282	1,892	–	2,820
	5	7	–	12	–	1,614	4,212	–	7,774
29	8,200	14,300	–	–	–	2,002	4,095	–	6,098
	5	7	–	7	–	3,272	7,806	–	13,64
30	8,200	42,000	–	–	–	0,02324	0,09886	–	0,1221
	5	37	–	27	–	0,03602	0,3019	–	0,4197
31	8,200	42,000	–	–	–	0,2136	0,8353	–	1,049
	5	37	–	19	–	0,3682	2,945	–	4,204
32	8,200	42,000	–	–	–	1,499	4,437	–	5,935
	5	37	–	8	–	2,616	14,60	–	21,00
33	8,200	42,000	–	–	–	0,6940	2,416	–	3,110
	5	37	–	13	–	1,237	8,493	–	12,30
34	30,000	14,300	–	–	–	0,06570	0,05450	–	0,1202
	30	7	–	25	–	0,1628	0,1116	–	0,3922
35	30,000	14,300	–	–	–	0,4669	0,4662	–	0,9331
	30	7	–	18	–	1,300	1,088	–	3,461
36	30,000	14,300	–	–	–	1,374	1,739	–	3,113
	30	7	–	12	–	3,932	4,001	–	10,91
37	30,000	14,300	–	–	–	2,425	3,806	–	6,231
	30	7	–	7	–	6,994	7,628	–	18,16
38	8,200	67,900	–	–	–	0,01656	0,1007	–	0,1173
	5	65	–	30	–	0,02497	0,3667	–	0,4658
39	8,200	67,900	–	–	–	0,1835	0,9716	–	1,155
	5	65	–	20	–	0,3132	4,189	–	5,488
40	8,200	67,900	–	–	–	0,5393	2,449	–	2,986
	5	65	–	14	–	0,9685	10,73	–	14,35
41	8,200	67,900	–	–	–	1,361	4,707	–	6,068
	5	65	–	8	–	2,441	19,71	–	26,55
42	51,500	14,300	–	–	–	0,07517	0,04089	–	0,1161
	54	7	–	27	–	0,2290	0,08146	–	0,4339
43	51,500	14,300	–	–	–	0,6402	0,4689	–	1,109
	54	7	–	18	–	2,248	1,101	–	4,799

Remplacée par une version plus récente

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

Cas	A_1	A_2	A_3	A_0	O_0	O_1	O_2	O_3	O
	N_1	N_2	N_3	N	V_0	V_1	V_2	V_3	V
44	51,500	14,300	–	–	–	1,403	1,362	–	2,765
	54	7	–	13	–	5,079	3,224	–	11,50
45	51,500	14,300	–	–	–	2,586	3,675	–	6,261
	54	7	–	7	–	9,612	7,513	–	21,11
46	8,200	–	–	4,000	0,03309	0,04990	–	–	0,08299
	5	–	–	16	0,04785	0,08712	–	–	0,1789
47	8,200	–	–	4,000	0,3494	0,4859	–	–	0,8354
	5	–	–	11	0,5382	0,9155	–	–	1,975
48	8,200	–	–	4,000	0,9011	1,169	–	–	2,070
	5	–	–	8	1,327	2,120	–	–	4,554
49	8,200	–	–	4,000	1,802	2,142	–	–	3,944
	5	–	–	5	2,369	3,588	–	–	7,333
50	30,000	–	–	4,000	0,01660	0,05973	–	–	0,07633
	30	–	–	20	0,02296	0,1558	–	–	0,2228
51	30,000	–	–	4,000	0,1991	0,5806	–	–	0,7796
	30	–	–	13	0,3062	1,743	–	–	2,656
52	30,000	–	–	4,000	0,5988	1,400	–	–	1,999
	30	–	–	9	0,9338	4,255	–	–	6,730
53	30,000	–	–	4,000	1,560	2,558	–	–	4,118
	30	–	–	5	2,199	7,620	–	–	12,01
54	51,500	–	–	4,000	0,01445	0,07537	–	–	0,08982
	54	–	–	22	0,01966	0,2413	–	–	0,3131
55	51,500	–	–	4,000	0,1208	0,5143	–	–	0,6351
	54	–	–	15	0,1819	1,893	–	–	2,575
56	51,500	–	–	4,000	0,4286	1,383	–	–	1,812
	54	–	–	10	0,6788	5,300	–	–	7,549
57	51,500	–	–	4,000	1,145	2,429	–	–	3,574
	54	–	–	6	1,726	9,299	–	–	13,55

Remplacée par une version plus récente

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	Comparaison		
	Efforts de calcul		
Méthode	Temps de traitement	Capacité mémoire requise	Effort de programmation
Méthode du processus interrompu de Poisson à 3 moments	400	5	50
par rapport de 4 moments	1000	5	50
Méthode de la capacité équivalente	40	2	3
Méthode d'approximation de Wilkinson et Wallström	3	1,6	3

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.