



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

E.550

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(03/93)

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

**QUALITÉ D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC
ET NOUVEAUX CRITÈRES
DE COMPORTEMENT EN CAS
DE DÉRANGEMENT DANS LES CENTRES
DE COMMUTATION TÉLÉPHONIQUES
INTERNATIONAUX**

Recommandation UIT-T E.550

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) 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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

La Recommandation révisée UIT-T E.550, élaborée par la Commission d'études II (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

NOTES

1 Suite au processus de réforme entrepris au sein de l'Union internationale des télécommunications (UIT), le CCITT n'existe plus depuis le 28 février 1993. Il est remplacé par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) créé le 1^{er} mars 1993. De même, le CCIR et l'IFRB ont été remplacés par le Secteur des radiocommunications.

Afin de ne pas retarder la publication de la présente Recommandation, aucun changement n'a été apporté aux mentions contenant les sigles CCITT, CCIR et IFRB ou aux entités qui leur sont associées, comme «Assemblée plénière», «Secrétariat», etc. Les futures éditions de la présente Recommandation adopteront la terminologie appropriée reflétant la nouvelle structure de l'UIT.

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

© UIT 1994

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

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction	1
2 Considérations générales	1
3 Caractéristiques du comportement d'un centre de commutation en cas de dérangement	2
4 Qualité d'écoulement du trafic et modèles applicables.....	2
5 Normes de qualité d'écoulement du trafic et inaccessibilité.....	4
6 Contrôle de la qualité de fonctionnement.....	5
Annexe A – Modèle pour l'inaccessibilité moyenne du commutateur	5
Annexe B – Evaluation de l'inaccessibilité instantanée au service du commutateur	8

QUALITÉ D'ÉCOULEMENT DU TRAFIC ET NOUVEAUX CRITÈRES DE COMPORTEMENT EN CAS DE DÉRANGEMENT DANS LES CENTRES DE COMMUTATION TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

(modifiée à Helsinki, 1993)

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 4/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 (voir les Recommandations E.410 et Q.506).

4 Qualité d'écoulement du trafic et modèles applicables

4.1 Dans le présent paragraphe, 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 en 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 commutateur: Probabilité que le commutateur en question ne puisse pas accomplir la fonction requise (faire aboutir les appels) dans des conditions données, au moment d'une demande de service.

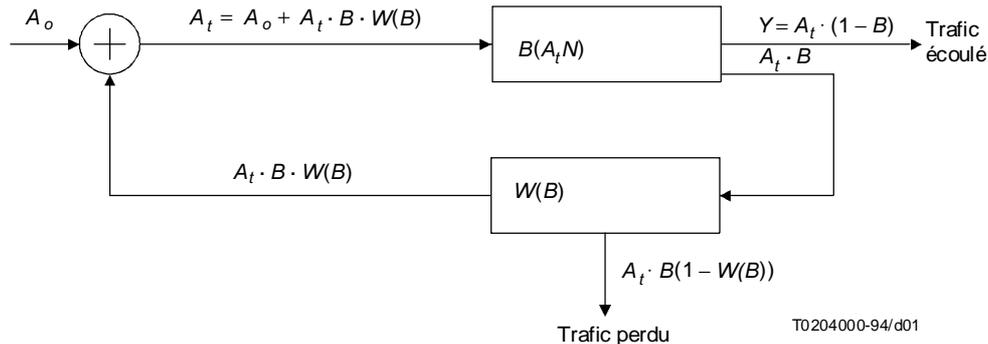
4.2.2 inaccessibilité moyenne au service du commutateur: Moyenne d'inaccessibilité instantanée au service du commutateur pendant une période d'observation spécifiée à l'avance (par exemple, une année).

4.2.3 NOTES

1 Dans le cas de l'inaccessibilité instantanée du commutateur, 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 en 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.

2 On trouvera dans l'Annexe A un modèle permettant d'évaluer l'inaccessibilité moyenne au service du commutateur. 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 décrit le changement de nature du trafic offert en cas de dérangement.



où

- A_o est le trafic offert
- A_t est le trafic total
- B est le facteur d'encombrement (tentatives d'appel non traitées) qui peut inclure les effets des commandes de gestion du réseau
- N sont les ressources
- Y est le trafic écoulee
- W est 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 écoulee, 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 (BHCA) (*busy hour call attempts*);
- 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/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 commutateur s'exprime par la formule suivante:

Soit:

$y(t)$: intensité des tentatives d'appel ayant accès au commutateur, dans l'hypothèse de conditions normales de fonctionnement;

$s(t)$: intensité des tentatives d'appel aboutissant réellement au commutateur, compte tenu des dérangements qui se produisent dans le central.

L'inaccessibilité moyenne au service du commutateur 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:

$$\frac{y(t) - s(t)}{y(t)} \text{ est égale à } 1.$$

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

6.1 Certains types de défaillances [c'est-à-dire ceux mentionnés en 3.1, b)] se reflètent d'habitude dans les mesures normales de qualité d'écoulement du trafic préconisées dans la Recommandation E.543.

6.2 D'autres types de défaillances [c'est-à-dire ceux mentionnés en 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 contrôle 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.)

6.3 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.

6.4 Dans le cas de défaillances de type 3.1 a) ou b), concernant toutes les directions et en l'absence de possibilités de réacheminement vers d'autres centres de transit, l'inaccessibilité instantanée au service du commutateur est un paramètre utile pour traduire la perception que peut avoir l'utilisateur du temps réel d'indisponibilité, y compris le temps nécessaire pour rétablir le service (voir 2.2). Elle peut être évaluée à partir du paramètre précédent d'inaccessibilité moyenne, à l'aide d'une modification à apporter à l'évaluation de la durée totale du dérangement comme indiqué à l'Annexe B.

Annexe A

Modèle pour l'inaccessibilité moyenne du commutateur

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

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:

$$P = \sum_{i=1}^N p_i b_i \quad (\text{A-1})$$

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:

$$p_i = \frac{m_i \cdot t_i}{T} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (\text{A-2})$$

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.

NOTES

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.

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:

$$b_i = \text{somme du} \left(\frac{\text{pourcentage de trafic affecté} \times \text{nombre d'heures chargées pertinentes}}{24 \text{ heures}} \right) =$$

$$= \frac{0,2 \times 3}{24} + \frac{0,1 \times 4}{24} + \frac{0,0 \times 17}{24} = 0,025 + 0,0167 = 0,0417$$

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.)

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. 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:

$$P_{total} = 0,40 \text{ heure par an } (4,56 \times 10^{-5} \times 8760)$$

$$P_{partiel} = 0,99 \text{ heure par an (partie restante de } P).$$

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). Il est possible de développer la formule (A-1).

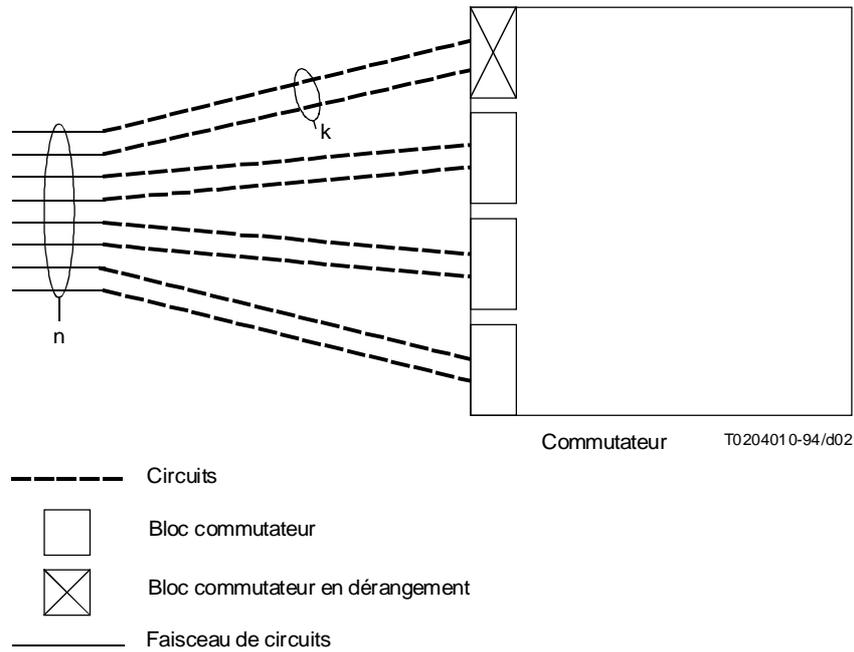


FIGURE A.1/E.550

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:

$$b(n, k, A) = \frac{[C_n(A) - C_{n-k}(A)]}{C_n(A)} \tag{A-3}$$

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:

$$P_n = \sum_{k, A} f(k, A) \cdot b(n, k, A) \quad k = 1, 2, \dots, n \tag{A-4}$$

Si k et A sont indépendants, on aura:

$$f(k, A) = f_1(k) \cdot f_2(A) \quad (\text{A-5})$$

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 proportionnel 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:

$$b(n, k, A) = \frac{E_{n-k}(A) - E_n(A)}{1 - E_n(A)} \quad (\text{A-6})$$

par recours aux tables d'Erlang et insertion de la valeur dans la formule (A-4).

Annexe B

Evaluation de l'inaccessibilité instantanée au service du commutateur

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

On introduit les notations suivantes:

- I est l'inaccessibilité instantanée au service du central;
- U est l'indisponibilité (moyenne);
- t'_i est la durée moyenne du temps de rétablissement du service (après le dérangement i).

En temps normal:

- C est la capacité (densité d'appels par unité de temps) maximale;
- $X_o C$ est la capacité normale exploitée ($X_o < 1$);
- $R = (1 - X_o)C$ est la réserve de capacité.

Durant le dérangement de type i :

- C' est la capacité maximale théorique;
- $X_i C'$ est la capacité exploitée (défaillances) ($X_i < 1$);
- $D = X_o C$ est la demande accumulée (par unité de temps), égale à la capacité exploitée en temps normal;
- D'_1 est la demande accumulée non servie durant le dérangement i (par unité de temps).

En cas d'impossibilité de réacheminement et d'abandons d'appel, on a:

$$D'_i = D - X_i C' = X_o C - X_i C'$$

En fait, il peut arriver que, durant un dérangement, on ait: $C' = C$. La suppression éventuelle, durant cette période, de certaines charges de gestion courante, peut entraîner finalement l'inégalité: $X_i C' > X_o C$. D'_i est alors nulle (elle ne peut être négative). Il est alors nécessaire d'écrire l'expression précédente sous la forme:

$$D'_i = (X_o C - X_i C')^+, \text{ où } a^+ = \text{Max}(a, 0) \quad (\text{B-1})$$

La proportion moyenne de trafic non traité durant le dérangement vaut, pour le type i :

$$b_i = \frac{D'_i}{D} \quad (\text{B-2})$$

Le temps t'_i correspond au délai nécessaire permettant d'égaliser le volume de demande accumulée non servie ($D'_i t_i$) et le surplus (en volume) de la capacité pouvant être exploité en temps normal (Rt'_i). D' où la relation:

$$t'_i = \frac{D'_i}{R} t_i \quad (\text{B-3})$$

Du point de vue de l'utilisateur, la durée perceptible du dérangement étant ($t_i + t'_i$), les expressions (A-2) et (B-3) donnent:

$$P_i = \frac{m_i t_i}{t} \cdot \left[1 + \frac{D'_i}{R} \right] \quad (\text{B-4})$$

(A-1), (B-2) et (B-3) donnent finalement:

$$I = \sum_{i=1}^N \frac{m_i t_i}{T} \cdot \left[1 + \frac{D'_i}{R} \right] \cdot \frac{D'_i}{D} \quad (\text{B-5})$$

où D'_i est exprimée par (B-1).

On peut citer les deux cas particuliers intéressants qui suivent:

- dans le cas où $C' = C$, on a signalé la possibilité d'avoir $D'_i = 0$. On a alors $I = 0$, alors que l'indisponibilité moyenne U n'est pas nulle. C'est la même différence qu'entre les concepts traditionnels d'encombrement d'appel («call congestion») et de congestion temporelle («time congestion»);
- dans le cas d'un *dérangement total* de type 3.1 a), on a $X_i = 0$, $D'_i = D$, et donc:

$$I_{total} = \left(\sum_{i=1}^N \frac{m_i t_i}{T} \right) \cdot \left(\frac{C}{R} \right) = U \cdot \left(\frac{C}{R} \right) \quad (\text{B-6})$$

L'inaccessibilité instantanée au service du commutateur est alors égale à *l'indisponibilité moyenne, multipliée par le rapport de la capacité maximale à la réserve de capacité*, si celle-ci existe. Dans le cas contraire, où la demande accumulée ne peut s'écouler, il résultera nécessairement un trafic supprimé.

L'objectif pour I est le même que celui fixé pour P , défini à l'Annexe A. Il est donné en 5.4.