



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**CCITT**

COMITÉ CONSULTATIF  
INTERNATIONAL  
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

**Q.541**

(11/1988)

SÉRIE Q: COMMUTATION ET SIGNALISATION

Commutateurs numériques principaux d'abonné, mixtes, de transit et internationaux dans les réseaux numériques intégrés et les réseaux mixtes analogiques-numériques – Objectifs nominaux et mesures

---

**OBJECTIFS NOMINAUX DES COMMUTATEURS  
NUMÉRIQUES – CONSIDÉRATIONS  
GÉNÉRALES**

Réédition de la Recommandation du CCITT Q.541 publiée dans le Livre Bleu, Fascicule VI.5 (1988)

---

## NOTES

- 1 La Recommandation Q.541 du CCITT a été publiée dans le fascicule VI.5 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).
- 2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1988, 2008

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

## Recommandation Q.541

### OBJECTIFS NOMINAUX DES COMMUTATEURS NUMÉRIQUES – CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

#### 1 Considérations générales

La présente Recommandation s'applique aux commutateurs numériques principaux d'abonné, mixtes, de transit ou internationaux pour la téléphonie dans les réseaux numériques intégrés (RNI), et les réseaux mixtes (analogique/numérique), ainsi qu'aux commutateurs principaux d'abonné, mixtes, de transit ou internationaux dans les réseaux numériques avec intégration des services (RNIS). Le domaine d'application de cette Recommandation est décrit de façon plus détaillée dans la Recommandation Q.500. Certains objectifs s'appliquent uniquement à (un) certain(s) type(s) de commutateur(s). Lorsque cela se produit, l'application est définie dans le texte. Lorsque aucune réserve n'est formulée, l'objectif porte sur tous les types de commutateurs.

#### 2 Objectifs nominaux d'ordre général

Le commutateur et/ou les systèmes ou les centres d'exploitation et de maintenance associés doivent avoir les moyens nécessaires pour que le commutateur puisse être exploité et administré efficacement tout en fournissant un service selon les performances nominales fixées par l'Administration.

##### 2.1 *Modifications et extension du commutateur*

Il faut pouvoir ajouter au commutateur du matériel et du logiciel ou le modifier sans que cela entraîne de conséquences significatives pour le service (voir les § 4.4 et 4.10.2 – Interruptions prévues).

##### 2.2 *Fourniture de services et observations*

On devrait disposer de moyens efficaces pour établir le service, faire des essais, interrompre le service et obtenir des observations précises pour:

- des lignes et services d'abonné;
- des circuits entre commutateurs.

##### 2.3 *Information de traduction et d'acheminement*

On devrait disposer de moyens efficaces pour créer, tester et modifier les informations de traitement des appels, de traduction et d'acheminement, par exemple.

##### 2.4 *Utilisation des ressources*

On devrait disposer de moyens efficaces pour mesurer la qualité de fonctionnement et les flux de trafic et organiser les configurations d'équipement comme il se doit pour garantir une utilisation efficace des ressources des systèmes et fournir une bonne qualité de service à tous les abonnés (par exemple, équilibrage de charge).

##### 2.5 *Objectifs de conception physique*

Le commutateur doit avoir une bonne conception physique assurant:

- un espace suffisant pour les activités de maintenance;
- le respect des contraintes d'environnement;
- une identification uniforme des matériels (conforme aux spécifications de l'Administration);
- un petit nombre de procédures uniformes de mise sous tension ou d'arrêt pour toutes les parties constitutives du commutateur.

### 3 Objectifs nominaux des réseaux numériques intégrés

#### 3.1 *Distribution du rythme dans le commutateur*

Le système de distribution du rythme d'un commutateur sera obtenu à partir d'un système d'horloge de commutateur hautement fiable. La distribution du rythme doit être conçue de telle manière que le commutateur maintienne le synchronisme sur des intervalles de temps de voie à 64 kbit/s dans une connexion à travers le commutateur.

#### 3.2 *Synchronisation du réseau*

Dans un réseau RNI/RNIS synchronisé, différentes méthodes de commande du rythme entre commutateurs peuvent être utilisées. Il devrait être possible de synchroniser un commutateur:

- a) au moyen d'un signal numérique d'entrée à une interface A (ou B, le cas échéant) telle que définie dans la Recommandation Q.511; cela s'applique seulement aux signaux dérivés d'une source de référence primaire telle que définie dans la Recommandation G.811;
- b) directement à partir d'une source de référence primaire, à l'aide d'une interface conforme à la Recommandation G.811;
- c) à titre facultatif, au moyen d'un signal analogique à l'une des fréquences énumérées dans la Recommandation G.811.

Le fonctionnement plésiochrone doit aussi être possible.

L'horloge du commutateur principal d'abonné, mixte ou de transit, sera responsable du maintien de la synchronisation dans la partie du réseau qui lui est associée.

Les caractéristiques de rythme des horloges dans des commutateurs principaux d'abonné, mixtes ou de transit doivent être conformes à la Recommandation G.811. La caractéristique de rythme des horloges situées chez les abonnés, aux autocommutateurs privés numériques, dans les concentrateurs numériques, aux muldex, etc., doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

On peut réaliser des réseaux nationaux synchronisés au moyen d'horloges de commutateurs n'ayant pas la précision en fréquence nécessaire à l'interfonctionnement international. Toutefois, lorsqu'il faudra assurer, dans le cadre du RNI/RNIS international, l'interfonctionnement international de ces réseaux nationaux synchronisés en interne, il sera nécessaire de pouvoir faire en sorte qu'ils fonctionnent avec la précision en fréquence recommandée dans la Recommandation G.811.

#### 3.3 *Glissement*

La valeur nominale du taux de glissement contrôlé dans une région synchronisée (voir la remarque) dirigée par le commutateur doit être nulle à condition que la gigue et le dérapage à l'entrée restent dans les limites fixées dans les Recommandations G.823 et G.824.

La valeur nominale du taux de glissement contrôlé dans un commutateur numérique en fonctionnement plésiochrone (ou fonctionnant vers une autre région synchronisée) ne doit pas dépasser un glissement sur 70 jours sur une voie quelconque à 64 kbit/s, à condition que la gigue et le dérapage restent dans les limites fixées dans les Recommandations G.823 et G.824.

Les objectifs de fonctionnement en exploitation concernant le taux de glissement d'octets sur une communication internationale ou sur une voie de support correspondante sont spécifiés dans la Recommandation G.822.

L'apparition d'un glissement contrôlé ne doit pas provoquer de perte de verrouillage de trame.

*Remarque* – Par région synchronisée, on entend une entité géographique normalement synchronisée par rapport à une seule source et fonctionnant en mode plésiochrone avec d'autres régions synchronisées. Il peut s'agir d'un continent, d'un pays, d'une partie d'un pays ou de plusieurs pays.

#### 3.4 *Erreur relative sur la durée à la sortie du commutateur*

L'erreur relative sur la durée à la sortie du commutateur est le retard entre un signal de rythme donné et un signal de rythme de référence, sur une période de mesure donnée (voir la Recommandation G.811).

##### 3.4.1 *Interface $V_1$*

L'erreur relative sur la durée à la sortie du commutateur à l'interface vers la section numérique d'accès de base doit faire l'objet de nouvelles études.

### 3.4.2 Interfaces A, B, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, et V<sub>4</sub>

L'erreur relative sur la durée, sur une période de S secondes, à la sortie des interfaces numériques A, B, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> et V<sub>4</sub>, ne doit pas dépasser les limites suivantes:

- 1)  $(100 S) \text{ ns} + 1/8 \text{ UI}$  pour  $S < 10$ ,
- 2) 1000 ns pour  $S \geq 10$  (voir la figure 1/Q.541).

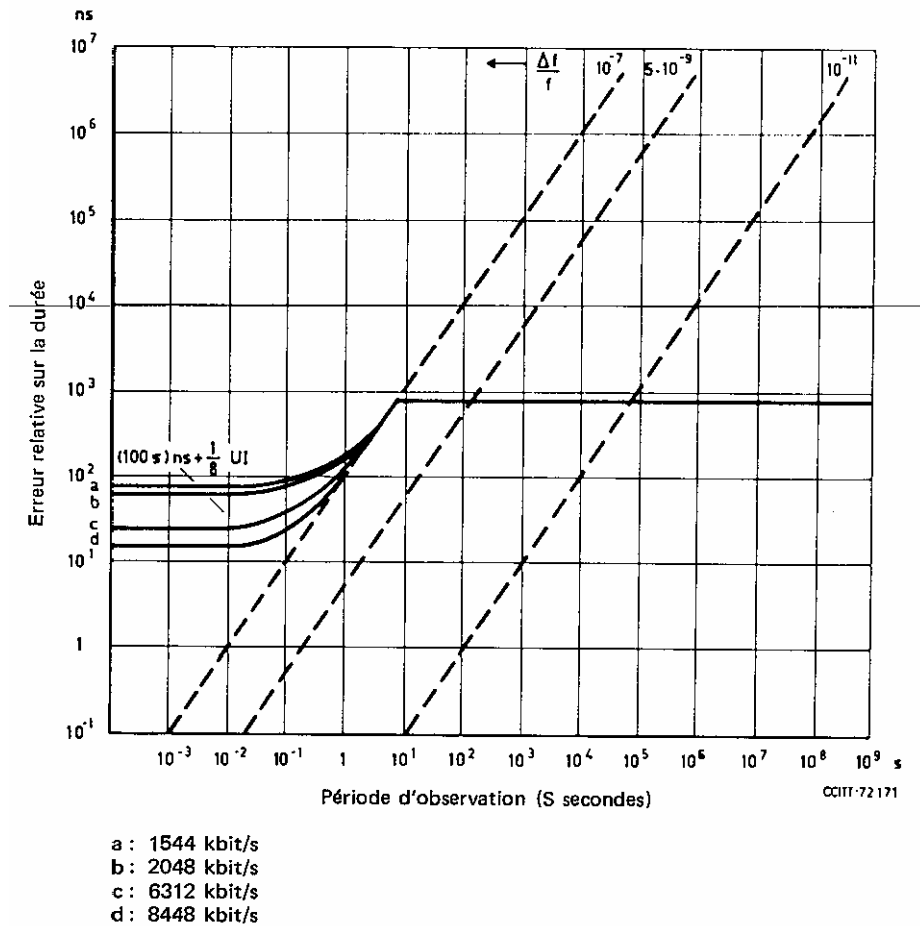


FIGURE 1/Q.541

Limites de l'erreur relative crête à crête sur la durée aux interfaces A, B et V<sub>3</sub> de sortie du commutateur

En cas de fonctionnement synchrone, les limites sont spécifiées dans l'hypothèse d'un signal de synchronisation entrant idéal (ni gigue, ni dérapage, ni dérive de fréquence) sur la ligne qui fournit l'information de rythme. En cas de fonctionnement asynchrone, les limites sont spécifiées dans l'hypothèse où l'horloge du commutateur ne subit aucune dérive de fréquence, ce qui équivaut à prendre le signal de sortie de l'horloge du commutateur comme signal de rythme de référence pour mesurer l'erreur relative sur la durée.

On reconnaît que la méthode qui consiste à utiliser l'erreur relative sur la durée pour spécifier les performances d'un commutateur en fonctionnement synchrone nécessite des études supplémentaires pour certaines applications (par exemple, lorsqu'on utilise des méthodes de synchronisation mutuelle).

Rien (par exemple, aucun fonctionnement ni reconfiguration internes dans l'unité de synchronisation et de commande de rythme) ne doit provoquer de saut de phase supérieur à 1/8 d'intervalle unitaire (IU) sur le signal numérique sortant du commutateur.

Il se peut que les limites indiquées à la figure 1/Q.541 soient dépassées lors d'opérations de reconfiguration ou d'essai internes peu fréquentes au sein du commutateur. En pareil cas, les conditions suivantes doivent être respectées.

L'erreur relative sur la durée pour toute période de  $2^{11}$  ou moins intervalles unitaires ne doit pas dépasser  $1/8$  d'intervalle unitaire. Pour des périodes de plus de  $2^{11}$  IU, la variation de phase pour chaque intervalle de  $2^{11}$  IU ne doit pas dépasser  $1/8$  d'IU jusqu'à la valeur maximale totale de l'erreur relative sur la durée définie dans la Recommandation G.811 pour de longues périodes.

### 3.5 *Caractéristiques de synchronisation en cas d'interfonctionnement avec un système numérique à satellite*

Les dispositions ci-après sont applicables à titre provisoire:

Le transfert du rythme du réseau numérique terrestre à celui du système à satellite, si cela est nécessaire (fonctionnement plésiochrone) ne sera pas exécuté par le commutateur numérique. La station terrestre sera équipée de mémoires tampon de dimensions appropriées afin de compenser les variations du temps de propagation dues à des dérives du satellite à partir de sa position théorique (et à tout autre phénomène ayant des effets similaires) et de satisfaire aux caractéristiques en matière de taux de glissement formulées dans la Recommandation G.822.

## 4 **Objectifs nominaux de disponibilité**

### 4.1 *Considérations générales*

La disponibilité est un des aspects de la qualité globale de service d'un commutateur.

Les objectifs de disponibilité sont des facteurs importants dont il faut tenir compte dans la conception d'un système de commutation et qui peuvent aussi être utilisés par les Administrations pour juger de la qualité de fonctionnement d'un type de système et pour comparer cette qualité dans différents types de systèmes.

On peut déterminer la disponibilité en recueillant et en évaluant des données provenant de commutateurs en fonctionnement, conformément au projet de Recommandation E.450. La collecte des données peut être facilitée par l'emploi du réseau de gestion des télécommunications.

La disponibilité peut être exprimée par le rapport entre le temps cumulé pendant lequel un commutateur (ou une partie de commutateur) peut fonctionner correctement et une période de durée statistiquement significative appelée le temps de fonctionnement.

$$\text{Disponibilité (D)} = \frac{\text{durée de disponibilité cumulée}}{\text{temps de fonctionnement}} = \frac{\text{durée de disponibilité cumulée}}{\text{durée de disponibilité cumulée} + \text{durée d'indisponibilité cumulée}}$$

Il est parfois plus commode d'utiliser le terme indisponibilité (au lieu de disponibilité), qui se définit ainsi:

$$\text{Indisponibilité (I)} = 1 - D$$

Les termes qui existent déjà et qui sont utilisés dans la présente section, sont conformes à la Recommandation G.106.

### 4.2 *Motifs de l'indisponibilité*

La présente Recommandation traite de la disponibilité vue des équipements terminaux de commutateur. Les interruptions prévues et imprévues doivent être prises en considération et ces deux types d'interruption doivent être réduits à un minimum. Les interruptions imprévues ont des répercussions sur la fiabilité du commutateur; elles font donc l'objet d'une description distincte de celle des interruptions prévues, dans la présente Recommandation.

L'indisponibilité imprévue regroupe les défaillances qui causent l'indisponibilité. Il faut par conséquent y inclure les dérangements du matériel, le mauvais fonctionnement du logiciel et les interruptions involontaires résultant d'une action humaine.

### 4.3 *Indisponibilité intrinsèque et opérationnelle*

L'indisponibilité intrinsèque se définit comme l'indisponibilité d'un commutateur (ou d'une partie de commutateur) provenant d'une défaillance du commutateur (ou de l'équipement) lui-même, à l'exclusion du délai logistique (par exemple, le temps de déplacement, l'indisponibilité de matériel de rechange, etc.) et des interruptions prévues.

L'indisponibilité opérationnelle se définit comme l'indisponibilité d'un commutateur (ou d'une partie de commutateur) provenant d'une défaillance du commutateur (ou de l'équipement) lui-même, y compris le délai logistique (par exemple, le temps de déplacement, l'indisponibilité de matériel de rechange, etc.).

#### 4.4 *Interruptions prévues*

Les interruptions prévues sont celles provoquées intentionnellement en vue de faciliter l'extension d'un central ou des modifications du matériel et/ou du logiciel. L'influence de ces interruptions sur le service dépend de leur durée, du moment de la journée où elles se produisent et du type de système.

#### 4.5 *Indisponibilité totale et partielle*

L'indisponibilité du commutateur peut être totale ou partielle. L'indisponibilité totale affecte tous les équipements terminaux, par conséquent, tout le trafic offert pendant l'interruption est affecté de la même manière. Une interruption partielle affecte seulement certains équipements terminaux.

Du point de vue d'un équipement terminal de commutateur (par exemple, une terminaison de ligne d'abonné) la valeur numérique de l'indisponibilité moyenne cumulée (et partant de la durée d'indisponibilité) pour une période spécifiée ne doit pas dépendre des dimensions ou de la capacité d'écoulement en trafic du commutateur. De même, du point de vue d'un groupe d'équipements terminaux de taille  $n$ , la durée d'indisponibilité moyenne cumulée pour une période spécifiée, *dans le cas où ces équipements sont simultanément indisponibles*, ne doit pas dépendre des dimensions du commutateur. Toutefois, s'agissant de deux groupes de terminaux de dimensions différentes  $n$  et  $m$ , et si  $n > m$ , la durée d'indisponibilité moyenne cumulée (et partant, l'indisponibilité) de  $n$  sera inférieure à la durée d'indisponibilité moyenne cumulée (IMC) ou à l'indisponibilité de  $m$ .

Ainsi,

$$\text{IMC}(n) < \text{IMC}(m), \text{ où } n > m$$

et

$$I(n) < I(m)$$

La limite inférieure de  $m$  est un équipement terminal auquel on peut attribuer une valeur moyenne de  $T$  minutes par an.

#### 4.6 *Base statistique*

Toute estimation de l'indisponibilité est nécessairement une quantité statistique, parce que les durées d'indisponibilité sont censées se produire de manière et pendant des périodes aléatoires. Il s'ensuit que les mesures de disponibilité sont significatives lorsqu'elles s'appliquent à un nombre de commutateurs statistiquement significatif et qu'un commutateur donné peut dépasser les objectifs d'indisponibilité. Par ailleurs, pour être statistiquement significatif, le temps de fonctionnement doit être prévu de manière que les données recueillies soient suffisantes. La précision du résultat dépend du volume de données recueillies.

#### 4.7 *Défaillances à prendre en considération*

Des défaillances de types divers peuvent se produire dans un commutateur. En vue d'évaluer l'indisponibilité d'un commutateur (ou d'une partie de commutateur), il convient de ne tenir compte des défaillances ayant une influence défavorable sur la capacité du commutateur à traiter des appels selon les besoins. On peut ne pas prendre en considération une défaillance de courte durée si elle ne fait que retarder le traitement de l'appel sans bloquer celui-ci.

#### 4.8 *Indépendance de la disponibilité*

Les objectifs nominaux d'indisponibilité d'un équipement terminal ou d'un groupe d'équipements terminaux de dimensions  $n$  ne dépendent pas des dimensions ou de la structure interne du commutateur.

#### 4.9 *Durée d'interruption intrinsèque et objectifs d'indisponibilité*

La mesure recommandée pour déterminer l'*indisponibilité intrinsèque* est la durée d'indisponibilité intrinsèque moyenne cumulée (IIMC) d'équipements terminaux individuels ou de groupes d'équipements terminaux, pour une durée de fonctionnement donnée, généralement d'un an.

Pour un équipement terminal:

$$\text{IIMC}(1) \leq 30 \text{ minutes par an.}$$

Pour un groupe d'équipements terminaux de central de dimension  $n$ :

$$\text{IIMC}(n) < \text{IIMC}(m) \text{ où } n > m.$$

Les indications ci-dessus illustrent les conséquences (par exemple, encombrement de trafic, désagréments dans la vie courante, etc.) de l'interruption simultanée du fonctionnement d'un grand nombre d'équipements terminaux.

L'expression ci-dessus correspond à l'énoncé du principe selon lequel des équipements fonctionnant dans des groupes d'équipements plus grands ont une durée d'indisponibilité moyenne cumulée plus courte.

#### 4.10 Objectifs d'indisponibilité opérationnelle

##### 4.10.1 Délai logistique

Etant donné les conditions nationales souvent différentes, les délais logistiques peuvent varier d'un pays à un autre; ils ne peuvent donc faire l'objet de Recommandations sur le plan international.

Cependant, il est considéré comme souhaitable, à titre d'indication, que les Administrations fassent connaître leurs délais logistiques afin de permettre d'établir des objectifs globaux de qualité de fonctionnement en exploitation. Il incombe à l'Administration exploitante de déterminer dans quelle mesure elle doit en tenir compte pour juger de l'indisponibilité d'exploitation.

##### 4.10.2 Interruptions prévues

Ces interruptions doivent être dans toute la mesure du possible réduites au minimum et planifiées de manière à avoir aussi peu d'incidences que possible sur le service.

#### 4.11 Disponibilité initiale du central

Un système satisfait rarement à tous les objectifs nominaux à long terme au moment de sa mise en service initiale. C'est pourquoi il se peut que les objectifs énoncés dans la présente Recommandation ne soient pas atteints pendant une durée limitée après la mise en service du système de commutation nouvellement conçu; cette durée devrait être dans toute la mesure du possible réduite au minimum.

## 5 Objectifs nominaux de fiabilité du matériel

Il est recommandé de limiter le taux de défaillances du matériel, qui comprennent tous les types de défaillances matérielles; toutes les défaillances sont décomptées, qu'elles entraînent ou non une dégradation du service.

Le taux de défaillance du matériel acceptable dans un commutateur est fonction de ses dimensions et du type de ses équipements terminaux.

On peut utiliser la formule suivante pour vérifier que le taux maximum de défaillance ne dépasse pas les spécifications des Administrations:

$$F_{\max} = C_0 + \sum_{i=1}^n C_i T_i$$

où:

$F_{\max}$  est le nombre maximum acceptable de défaillances de matériel par unité de temps;

$T_i$  est le nombre d'équipements terminaux de type  $i$ ;

$n$  est le nombre de types différents d'équipements terminaux;

$C_0$  à déterminer, en tenant compte de tous les dérangements indépendants de la taille du commutateur;

$C_i$  est le coefficient pour les équipements terminaux de type  $i$ , indiquant le nombre de défaillances liées à divers équipements terminaux de ce type. Si on utilise un matériel différent avec différents types de terminaux, on peut obtenir des valeurs différentes de  $C_i$ .





## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
<b>Série Q</b>	<b>Commutation et signalisation</b>
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication