



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

Q.706

(11/1988)

SÉRIE Q: COMMUTATION ET SIGNALISATION

Spécifications du Système de signalisation N° 7 –
Sous-Système Transport de Messages (SSTM)

**FONCTIONNEMENT ATTENDU EN
SIGNALISATION DU SOUS-SYSTÈME
TRANSPORT DE MESSAGES**

Réédition de la Recommandation du CCITT Q.706 publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule VI.7 (1988)

NOTES

1 La Recommandation Q.706 du CCITT a été publiée dans le fascicule VI.7 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.706

FONCTIONNEMENT ATTENDU EN SIGNALISATION DU SOUS-SYSTÈME TRANSPORT DE MESSAGES

Le Sous-Système Transport de Messages du système de signalisation n° 7 est conçu comme un système de transport des messages commun aux différents utilisateurs. Il doit satisfaire aux exigences des différents services utilisateurs. Ces exigences ne sont pas nécessairement les mêmes et peuvent varier en importance et en rigueur.

Afin de satisfaire ces différentes exigences, le Sous-Système Transport de Messages du système de signalisation n° 7 a été conçu de manière à répondre aux plus contraignantes d'entre elles, telles qu'elles étaient envisagées au moment de l'élaboration de la spécification. A cette fin, on a particulièrement étudié les besoins du service téléphonique, du service de transmission de données et de la gestion du réseau sémaphore. On admet que si le fonctionnement attendu en signalisation satisfait aux exigences énumérées ci-dessus, il pourra satisfaire également celles des futurs services utilisateurs.

En conséquence, par fonctionnement attendu du système de signalisation, il faut comprendre l'aptitude du Sous-Système Transport de Messages à transférer des messages de longueur variable pour différents utilisateurs selon un processus bien défini. Pour obtenir un bon fonctionnement en signalisation, trois groupes de paramètres doivent être pris en compte:

- Le premier groupe correspond aux objectifs qui découlent des besoins de différents utilisateurs. Ces objectifs sont la réduction du temps de transmission de messages, la protection contre tout type de défaillances et la garantie de disponibilité.
- Le deuxième groupe correspond aux caractéristiques de trafic de signalisation, telles que la capacité de charge et la structure du trafic de signalisation.
- Le troisième groupe correspond à l'influence de l'environnement, telle que les caractéristiques des moyens de transmission (par exemple taux d'erreur et paquets d'erreurs).

Ces trois groupes de paramètres ont été pris en considération quand ont été spécifiées les procédures destinées à permettre au Sous-Système Transport de Messages de transférer les messages en satisfaisant à toutes les exigences de signalisation des services utilisateurs et pour obtenir un fonctionnement global du système de signalisation qui soit à la fois uniforme et satisfaisant.

1 Paramètres de base associés au fonctionnement attendu en signalisation du Sous-Système Transport de Messages

Le fonctionnement attendu en signalisation est déterminé par un grand nombre de paramètres différents. Afin que ce fonctionnement convienne à tous les services utilisateurs desservis par le Sous-Système Transport de Messages qui leur est commun, on a fixé pour ce dernier les objectifs de conception suivants.

1.1 Indisponibilité d'un faisceau de routes sémaphores

L'indisponibilité d'un faisceau de routes sémaphores est déterminée par l'indisponibilité des différents éléments du réseau sémaphore (canaux et points sémaphores) ainsi que par la structure de ce réseau.

L'indisponibilité d'un faisceau de routes sémaphores ne doit pas dépasser un total de 10 minutes par an.

L'indisponibilité d'un faisceau de routes sémaphores dans un réseau sémaphore peut être réduite par la duplication des canaux, des trajets et des routes sémaphores.

1.2 Difficultés inévitables de fonctionnement du Sous-système Transport de Messages

Le Sous-Système Transport de Messages du système de signalisation n° 7 est conçu pour acheminer les messages selon un ordre correct. De plus, les messages sont protégés contre les erreurs de transmission. Une telle protection ne peut toutefois être absolue. En outre, dans les cas extrêmes, l'arrivée hors séquence et la perte de messages dans le Sous-Système Transport de Messages ne peuvent être exclues.

Le Sous-Système Transport de Messages garantit pour tous les Sous-Systèmes Utilisateurs, l'observation des conditions suivantes:

a) *Erreurs non décelées*

Sur un canal sémaphore employant une liaison sémaphore de données qui a les caractéristiques de taux d'erreur décrites dans la Recommandation Q.702, pas plus d'une erreur sur 10^{10} , parmi les erreurs affectant les trames sémaphores, ne sera détectée par le Sous-Système Transport de Messages.

b) *Perte de messages*

Pas plus d'un message sur 10^7 ne devra être perdu par suite d'une défaillance du Sous-Système Transport de Messages.

c) *Messages hors séquence*

Pas plus d'un message sur 10^{10} ne devra être remis hors séquence aux Sous-Systèmes Utilisateurs par suite d'une défaillance du Sous-Système Transport de Messages. Cette valeur prend en compte également la duplication des messages.

1.3 *Temps de transfert des messages*

Ce paramètre comprend:

- les temps de traitement aux points sémaphores (voir le § 4.3);
- les retards dus à la formation de queues, y compris les retards dus aux retransmissions (voir le § 4.2);
- les temps de propagation sur la liaison sémaphore de données.

1.4 *Capacité d'écoulement du trafic de signalisation*

Ce point doit faire l'objet d'un complément d'étude (voir le § 2.2).

2 Caractéristiques du trafic sémaphore

2.1 *Capacité d'étiquetage*

Le système de signalisation n° 7 est conçu de manière à donner aux étiquettes la possibilité d'identifier 16 384 points sémaphores. Pour chacun des 16 Sous-Systèmes Utilisateurs on peut identifier un certain nombre de transactions; par exemple, dans le cas du service téléphonique, on peut identifier jusqu'à 4096 circuits de conversation.

2.2 *Capacité de charge*

Etant donné que la charge d'un canal sémaphore varie en fonction des caractéristiques de trafic du service, des transactions des services utilisateurs et du nombre de signaux utilisés, il n'est pas possible de spécifier une limite maximale qui soit générale pour le nombre de transactions des services utilisateurs que peut assurer un seul canal sémaphore. Ce nombre maximal doit être déterminé dans chaque cas, compte tenu des caractéristiques de trafic qui s'y rapportent, de manière à maintenir la charge totale de signalisation à un niveau qui soit acceptable à tout point de vue.

Lorsqu'on détermine la charge normale d'un canal sémaphore, il faut tenir compte de l'obligation de prévoir une marge suffisante pour les charges de trafic de pointe.

La charge d'un canal sémaphore est limitée par plusieurs facteurs qui sont indiqués ci-après.

2.2.1 *Retards dus à la formation de queues*

En l'absence de perturbations, le retard dû à la formation de queues est grandement influencé par la distribution des longueurs de messages et la charge de trafic de signalisation (voir le § 4.2).

2.2.2 *Conditions requises de sécurité de fonctionnement*

La plus importante des dispositions concernant la sécurité de fonctionnement est la redondance, associée à la procédure de passage sur canal sémaphore de secours. Comme le partage de charge est appliqué en fonctionnement normal, la charge des différents canaux sémaphores devrait être limitée de telle manière que, dans le cas de passage sur canal sémaphore de secours, les retards dus à la formation de queues ne dépassent pas une limite raisonnable. Cette condition doit être satisfaite non seulement dans le cas de passage sur un seul canal sémaphore de secours prédéterminé mais aussi dans le cas d'une répartition de la charge sur les canaux sémaphores restants.

2.2.3 *Capacité de numérotation en séquence*

L'utilisation de 7 bits pour la numérotation en séquence limite finalement à 127 le nombre des trames sémaphores envoyées et non encore acquittées.

En pratique, cela n'impose aucune limite à la capacité de charge.

2.2.4 *Canaux sémaphores utilisant des débits binaires inférieurs à 64 kbit/s*

Une valeur de charge appliquée à un canal sémaphore utilisant des débits binaires inférieurs à 64 kbit/s se traduira par des retards dus à la formation de queues plus élevés que si la même valeur de charge était appliquée à un canal sémaphore à 64 kbit/s.

2.3 *Structure du trafic sémaphore*

Le Sous-Système Transport de Messages du système de signalisation n° 7 dessert les différents Sous-Systèmes Utilisateurs en tant que système commun de transport de messages. En conséquence, la structure du trafic sémaphore dépend essentiellement des types de Sous-Systèmes Utilisateurs desservis. On peut admettre que, tout au moins dans un avenir proche, le service téléphonique représentera la partie principale du trafic sémaphore, y compris dans les réseaux intégrés.

On ne peut toutefois pas encore prévoir de quelle manière le trafic sémaphore sera influencé par l'intégration des services existants ou futurs. On a proposé les modèles de trafic indiqués au § 4.2.4 pour permettre d'examiner autant que possible les caractéristiques et les particularités des différents services dans un réseau intégré. Si des conditions requises, nouvelles ou plus strictes, sont imposées à la signalisation (par exemple des délais plus courts) à la suite de l'introduction de services futurs, elles devront être satisfaites en dimensionnant de façon appropriée la charge ou en améliorant la structure du réseau sémaphore.

3 **Paramètres associés aux caractéristiques de transmission**

Aucune condition requise spéciale de transmission n'est envisagée pour les canaux sémaphores du système n° 7. En conséquence, le système n° 7 dispose des moyens voulus pour se satisfaire des caractéristiques de transmission des liaisons ordinaires. Dans les paragraphes suivants, on indique les caractéristiques réelles attendues - telles qu'elles ont été déterminées par les Commissions d'études compétentes du CCITT - ainsi que leurs incidences sur les spécifications du Sous-Système Transport de Messages du système de signalisation n° 7.

3.1 *Application du système de signalisation n° 7 aux liaisons à 64 kbit/s*

Le Sous-Système Transport de Messages est conçu de manière à fonctionner de façon satisfaisante avec les caractéristiques de transmission suivantes:

- a) Taux d'erreur à long terme sur les bits pour la liaison sémaphore de données: inférieur à 10^{-6} [1].
- b) Un taux d'erreur à moyen terme sur les bits: inférieur à 10^{-4} .
- c) Les erreurs aléatoires et les paquets d'erreurs, y compris les longues séries d'erreurs qui peuvent se produire sur la liaison numérique à la suite, par exemple, de la perte de verrouillage de trame ou de glissements d'octet sur la liaison numérique. La période d'interruption maximale admissible est spécifiée pour la surveillance du taux d'erreur sur les trames sémaphores (voir le § 10.2 de la Recommandation Q.703).

3.2 *Application du système de signalisation n° 7 aux liaisons utilisant des débits binaires inférieurs à 64 kbit/s*

(Doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

4 **Paramètres ayant une influence sur le fonctionnement attendu en signalisation**

4.1 *Réseau sémaphore*

Le système de signalisation n° 7 est conçu pour des applications en mode associé et en mode non associé. La section de référence pour de telles applications est le faisceau de routes sémaphores, qu'il s'agisse du mode associé ou du mode quasi associé.

Pour chaque faisceau de routes sémaphores d'un réseau sémaphore, la limite d'indisponibilité indiquée au § 1.1 doit être respectée, quel que soit le nombre de canaux sémaphores en série dont il se compose.

4.1.1 *Réseau sémaphore international*
(Doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

4.1.2 *Réseau sémaphore national*
(Doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

4.2 *Retard dû à la formation de queues*

Le Sous-Système Transport de Messages prend en charge des messages provenant des différents Sous-Systèmes Utilisateurs sur la base d'un partage dans le temps. Avec une telle méthode, un retard de signalisation se manifeste lorsqu'il est nécessaire de traiter plusieurs messages dans un intervalle de temps donné. En pareil cas, il se forme une file d'attente dont les messages sont émis selon leur ordre d'arrivée.

On peut distinguer deux types différents de retard dû à la formation de queues: retard dû à la formation de queues en l'absence de perturbations et retard total dû à la formation de queues.

4.2.1 *Hypothèses pour l'établissement des formules*

Les formules permettant de calculer le retard dû à la formation de queues sont essentiellement tirées du modèle de file d'attente $M/G/1$ avec priorité. En l'absence de perturbations, les hypothèses pour l'établissement des formules sont les suivantes:

- a) la distribution du temps d'arrivée est une fonction exponentielle (M);
- b) la distribution du temps de service est une fonction générale (G);
- c) le nombre de serveurs est un (1);
- d) la priorité de service se réfère à la priorité de transmission au niveau 2 (voir le § 11.2 de la Recommandation Q.703); toutefois, la trame sémaphore d'état du canal sémaphore et le fanion indépendant ne sont pas pris en considération;
- e) le temps de propagation en boucle sémaphore est constant, y compris le temps de traitement dans les terminaux sémaphores;
- f) le cas de retransmission forcée de la méthode de retransmission cyclique préventive n'est pas pris en considération.

De plus, pour les formules à appliquer en présence de perturbations, les hypothèses sont les suivantes:

- g) l'erreur de transmission d'une trame sémaphore de message est aléatoire;
- h) les erreurs sont statistiquement indépendantes les unes des autres;
- i) le retard supplémentaire causé par la retransmission d'une trame sémaphore erronée est considéré comme faisant partie du temps d'attente de cette trame;
- j) pour la méthode de retransmission cyclique préventive, lorsque l'erreur s'est produite, les trames sémaphores de deuxième priorité retransmises sont acceptées à l'extrémité de réception jusqu'à ce que le numéro de séquence de la nouvelle trame sémaphore émise en dernier rattrape celui de la dernière trame sémaphore retransmise.

En outre, la formule indiquant la proportion de messages retardés au-delà d'un temps donné découle de l'hypothèse suivante: la fonction de densité de probabilité de la distribution du retard dû à la formation de queues peut être une fonction exponentielle décroissante lorsque la durée du retard est relativement longue.

4.2.2 *Facteurs et paramètres*

- a) Les notations et facteurs requis pour le calcul des retards dûs à la formation de queues sont les suivants:

Q_a Retard moyen dû à la formation de queues en l'absence de perturbations

$\sigma \frac{2}{a}$ Variance du retard dû à la formation de queues en l'absence de perturbations

Q_t Retard total moyen dû à la formation de queues

$\sigma \frac{2}{t}$ Variance du retard total dû à la formation de queues

$P(T)$ Proportion de messages retardés de plus de T

a Charge de trafic en trames sémaphores de message (non compris la retransmission)

T_m	Temps moyen d'émission des trames sémaphores de message
T_f	Temps d'émission des trames sémaphores de remplissage
T_L	Temps de propagation en boucle sémaphore y compris le temps de traitement dans le terminal sémaphore
P_u	Probabilité d'erreur sur les trames sémaphores de message

$$k_1 = \text{Error!}$$

$$k_2 = \text{Error!}$$

$$k_3 = \text{Error!}$$

Remarque – Par suite de l'insertion de zéros au niveau 2 (voir le § 3.2 de la Recommandation Q.703), la longueur de la trame sémaphore émise sera accrue en moyenne de 1,6% environ, mais cette augmentation a un effet négligeable sur le calcul.

b) Les paramètres utilisés dans les formules sont les suivants:

$$t_f = T_f/T_m$$

$$t_L = T_L/T_m$$

pour la méthode de base,

$$E_1 = 1 + P_u t_L$$

$$E_2 = k_1 + P_u t_L (t_L + 2)$$

$$E_3 = k_2 + P_u t_L (t_L^2 + 3t_L + 3k_1)$$

pour la méthode de retransmission cyclique préventive (RCP)

$a_3 = \exp(-at_L)$: charge de trafic causée par les trames sémaphores de remplissage

$$a_z = 1 - a - a_3$$

$$H_1 = at_L$$

$$H_2 = at_L(k_1 + at_L)$$

$$H_3 = at_L(k_2 + 3at_L k_1 + a^2 t_L^2)$$

$$F_1 = at_L/2$$

$$F_2 = at_L(k_1/2 + at_L/3)$$

$$F_3 = at_L(k_2/2 + at_L k_1 + a^2 t_L^2/4)$$

$$q_a = \text{Error!}$$

$$s_a = \text{Error! } q_a + \text{Error!}$$

$$t_a = \text{Error!} + \text{Error!}$$

$$Z_1 = 2 + P_u(1 + H_1)$$

$$Z_2 = 4K_1 + P_u(5k_1 + 3H_1 + H_2)$$

$$Z_3 = 8k_2 + P_u(19k_2 + 27k_1 H_1 + 9H_2 + H_3)$$

$$Y_2 = s_a + 4k_1 + F_2 + 2\{q_a(2 + F_1) + 2F_1\}$$

$$Y_3 = t_a + 8k_2 + F_3 + 3\{s_a(2 + F_1) + q_a(4k_1 + F_2) + 2F + 2 + 4k_1 F_1\} + 12q_a F_1$$

$$= \text{Error!}$$

$$q_d = \text{Error!}$$

$$s_d = \text{Error! } q_d + \text{Error!}$$

$$q_b = \text{Error!}$$

$$s_b = \text{Error!} + \text{Error!}$$

$$q_c = \text{Error!}$$

$$s_c = \text{Error!} + 2 \text{Error!}$$

$$P_V = P_u a \text{ Error! Error!}$$

4.2.3 Formules

Les formules permettant d'obtenir la moyenne et la variance des retards dus à la formation de queues sont décrites dans le tableau 1/Q.706. La proportion de messages retardés de plus d'un temps donné T_x est:

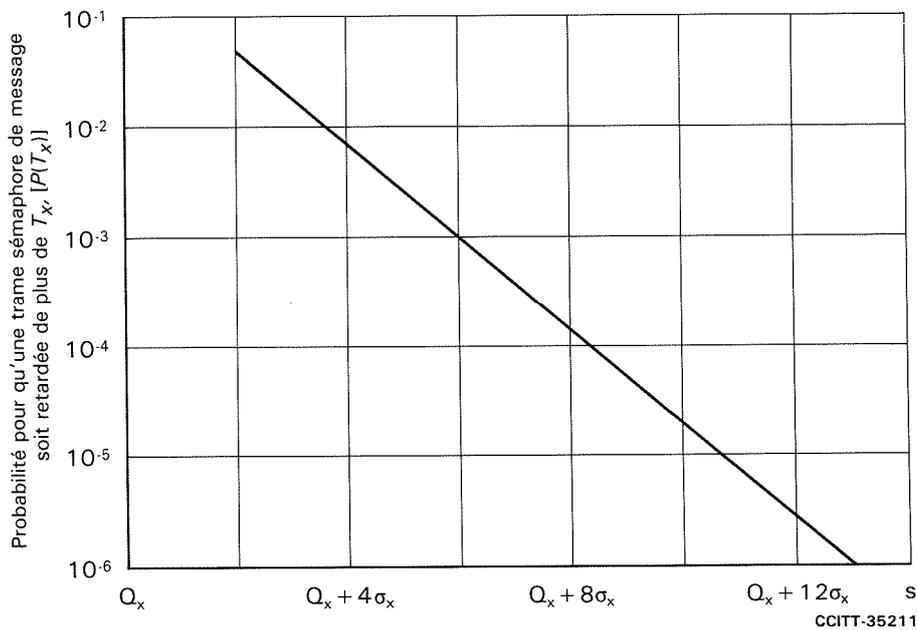
$$P(T_x) \cong \exp\left[-\frac{T_x - Q_x}{\sigma_x}\right]$$

où Q_x et σ_x sont respectivement la moyenne et l'écart type du retard dû à la formation de queues. Cette approximation convient bien s'il n'y a pas de perturbations. S'il y a des perturbations, la distribution réelle peut s'en écarter davantage. La figure 1/Q.706 illustre la relation entre $P(T_x)$ et T_x .

4.2.4 Exemples

En utilisant les modèles de trafic du tableau 2/Q.706, des exemples de retards dus à la formation de queues sont détaillés dans les hypothèses décrites au tableau 3/Q.706.

Remarque – Les valeurs de ce tableau ont été déterminées sur la base de messages SSUT. Avec l'utilisation du SSUR et du SSGT et l'accroissement de la longueur des messages qui en découle, il est probable que ces valeurs soient augmentées durant la prochaine période d'études.



- Q_x Retard moyen dû à la formation de queues (voir la figure 2/Q.706)
- σ_x Ecart type (voir la figure 3/Q.706)

FIGURE 1/Q.706

Probabilité pour qu'une trame sémaphore de message soit retardée de plus de T_x

TABLEAU 1/Q.706

Formules applicables au retard dû à la formation des queues

Méthode de correction des erreurs	Perturbations	Moyenne Q	Variante σ^2
	Absentes	Error!	Error!
de base	Présentes	Error!	Error! $+ P_U(1 - P_U)t^{2,L}$
Retransmission cyclique préventive	Absentes	Error!	Error!
	Présentes	Error!	Error! Error!

TABLEAU 2/Q.706

Modèles de trafic

Modèle	A	B	
Longueur des messages (en bits)	120	104	304
Pourcentage	100	92	8
Longueur moyenne des messages (en bits)	120	120	
k_1	1,0	1,2	
k_2	1,0	1,9	
k_3	1,0	3,8	

TABLEAU 3/Q.706

Liste d'exemples

Figure	Méthode de contrôle d'erreur	Retard dû à la formation de queues	Perturbations	Modèle

2/Q.706	Base/RCP	Moyenne	Absence	A et B
3/Q.706	Base/RCP	Ecart type	Absence	A et B
4/Q.706	Base	Moyenne	Présence	A
5/Q.706	Base	Ecart type	Présence	A
6/Q.706	RCP	Moyenne	Présence	A
7/Q.706	RCP	Ecart type	Présence	A

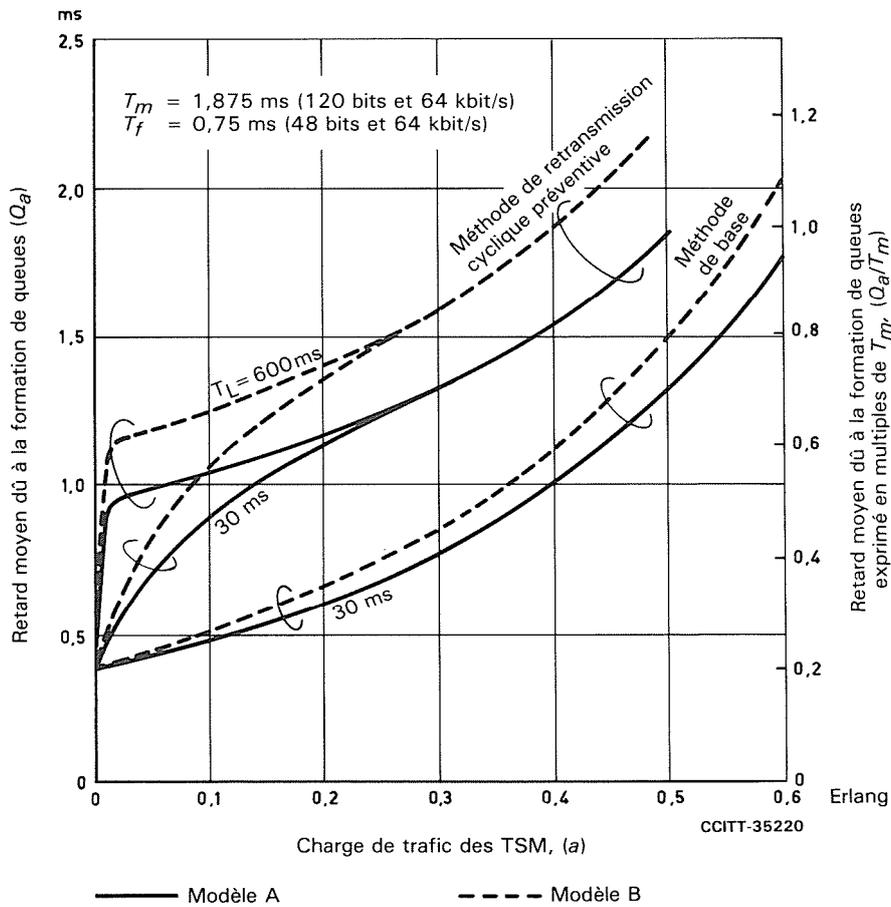


FIGURE 2/Q.706

Retard moyen dû à la formation de queues sur chaque voie de trafic en l'absence de perturbation

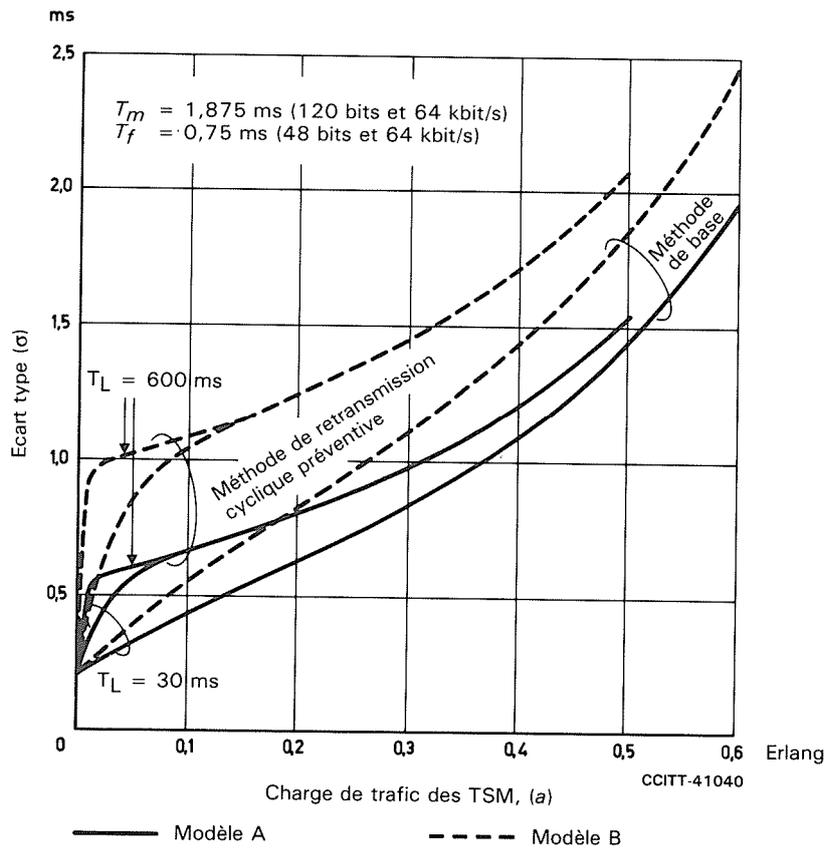


FIGURE 3/Q.706

Ecart type du retard dû à la formation de queues sur chaque voie de trafic en l'absence de perturbations

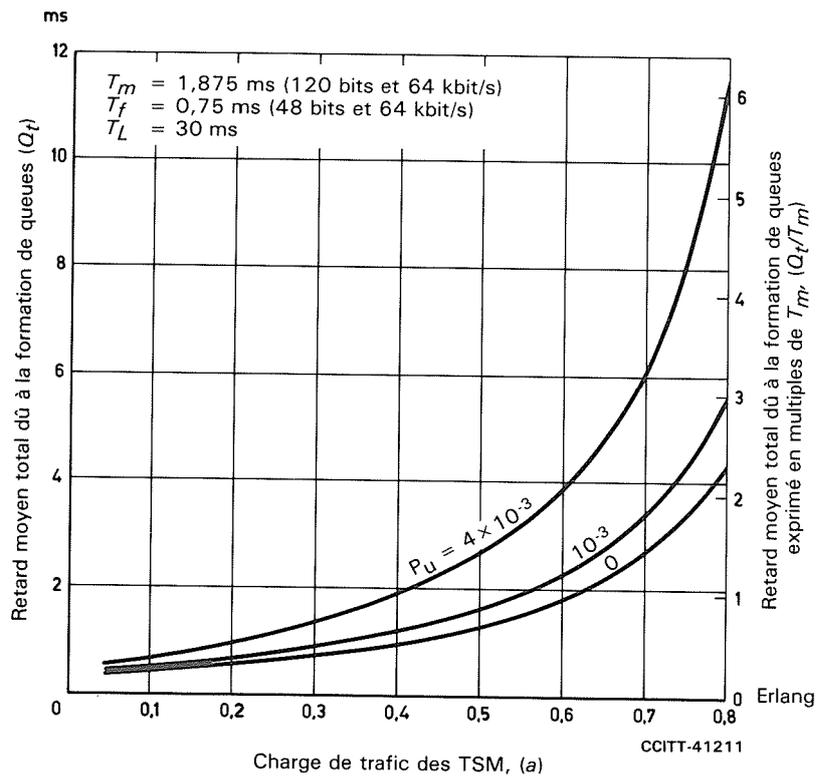


FIGURE 4/Q.706

**Retard total moyen dû à la formation de queues sur chaque voie de trafic;
 méthode de base de correction des erreurs**

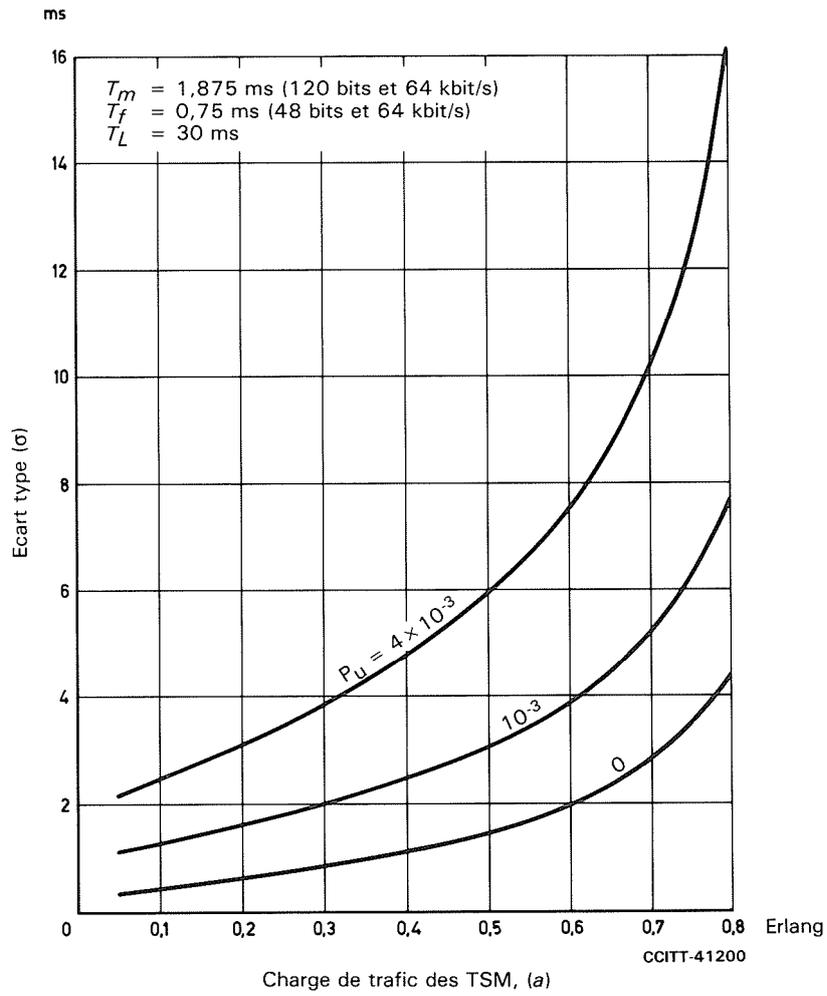


FIGURE 5/Q.706

**Ecart type du retard dû à la formation de queues sur chaque voie de trafic;
méthode de base de correction d'erreurs**

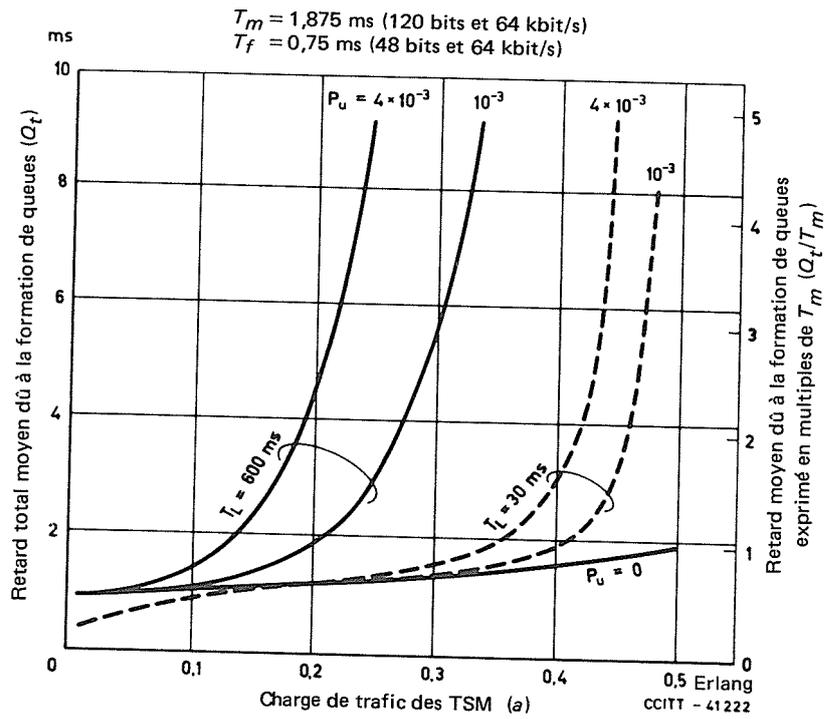


FIGURE 6/Q.706

Retard total moyen dû à la formation de queues sur chaque voie de trafic; méthode de correction des erreurs par retransmission cyclique préventive

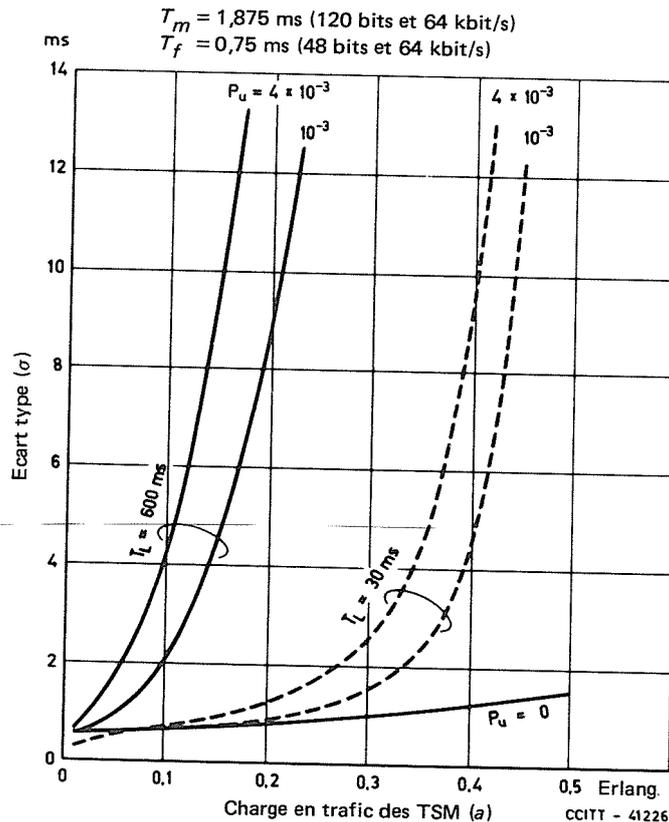


FIGURE 7/Q.706

**Ecart type du retard dû à la formation de queues sur chaque voie de trafic
Méthode de correction des erreurs par retransmission cyclique préventive**

4.3 *Temps de transfert des messages*

Dans une relation sémaphore, le Sous-Système Transport de Messages transporte les messages du Sous-Système Utilisateur d'origine vers le Sous-Système Utilisateur de destination en utilisant plusieurs trajets. Le temps total nécessaire de transfert des messages dépend des composantes a) à e) du temps de transfert des messages sur chaque trajet.

4.3.1 *Composantes du temps de transfert des messages et points de référence fonctionnels*

Un trajet peut comprendre les éléments fonctionnels du réseau sémaphore et les composantes de temps de transfert suivants:

- Fonction d'émission du Sous-Système Transport de Messages au point d'origine (voir la figure 8/Q.706).
- Fonction de point de transfert sémaphore (voir la figure 9/Q.706).
- Fonction de réception du Sous-Système Transport de Messages au point de destination (voir la figure 10/Q.706).
- Temps de propagation sur la liaison sémaphore de données (voir la figure 11/Q.706).
- Retard dû à la formation de queues.

Une augmentation supplémentaire des temps totaux de transfert des messages tient au retard dû à la formation de queues. Ils sont décrits dans le § 4.2.

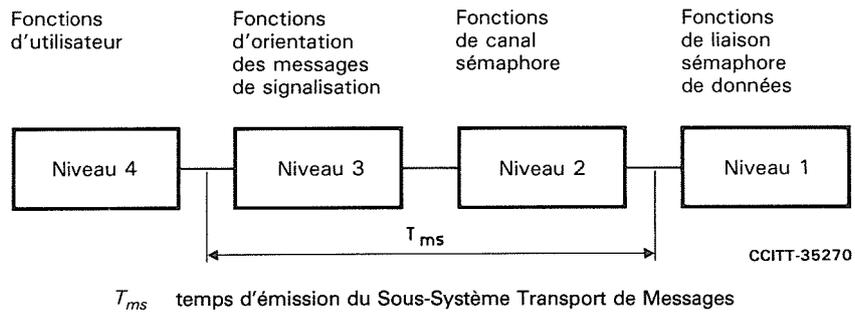


FIGURE 8/Q.706

Schéma fonctionnel de temps d'émission du Sous-Système Transport de Messages

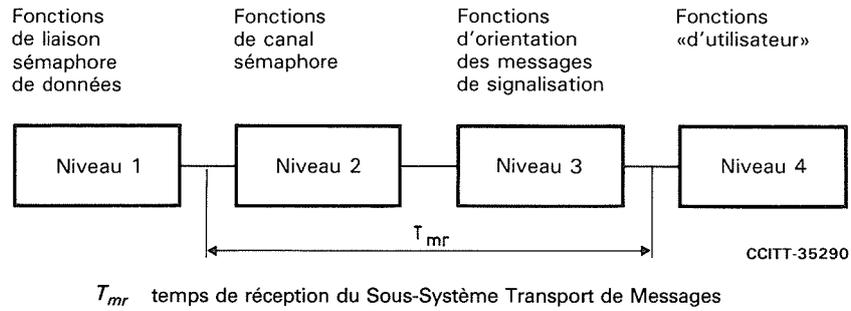


FIGURE 9/Q.706

Schéma fonctionnel du temps de transfert des messages aux points de transfert sémaphores

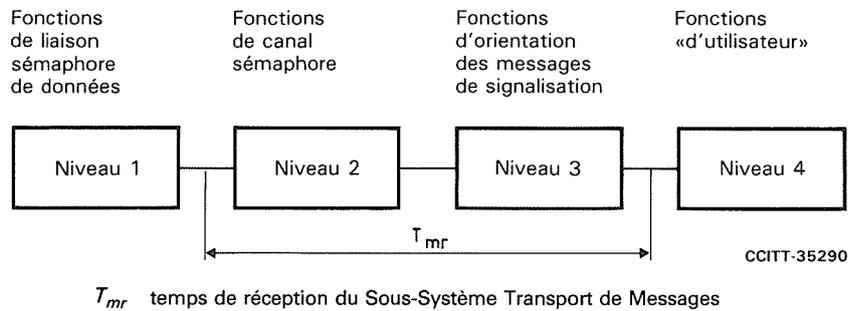


FIGURE 10/Q.706

Schéma fonctionnel du temps de réception du Sous-Système Transport de Messages

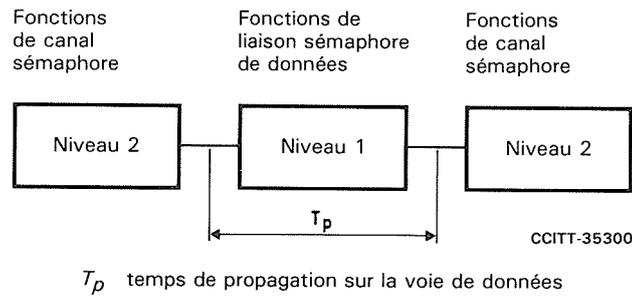


FIGURE 11/Q.706

Schéma fonctionnel du temps de propagation

4.3.2 Définitions

4.3.2.1 **temps d'émission du Sous-Système Transport de Messages T_{ms}**

E: Message Transfer Part sending time T_{ms}

S: tiempo de emisión de la parte de transferencia de mensajes T_{ms}

T_{ms} est la période qui commence au moment où le dernier bit du message quitte le Sous-Système Utilisateur et qui prend fin lorsque le dernier bit de la trame sémaphore entre pour la première fois dans la liaison sémaphore de données. Il comprend le retard dû à la formation de queues en l'absence de perturbations, le temps de transfert du niveau 4 au niveau 3, le temps de traitement au niveau 3, le temps de transfert du niveau 3 au niveau 2 et le temps de traitement au niveau 2.

4.3.2.2 **temps de transfert des messages aux points de transfert sémaphore, T_{cs}**

E: message transfer time at signalling transfer points T_{cs}

S: tiempo de transferencia de mensajes en los puntos de transferencia de señalización T_{cs}

T_{cs} est la période qui commence au moment où le dernier bit de la trame sémaphore quitte la liaison sémaphore de données d'arrivée et qui prend fin lorsque le dernier bit de la trame sémaphore entre pour la première fois dans la liaison sémaphore de données de départ. Il comprend aussi le retard dû à la formation de queues en l'absence de perturbations, mais non le retard supplémentaire dû à la formation de queues causé par la retransmission.

4.3.2.3 **temps de réception du Sous-Système Transport de Messages T_{mr}**

E: Message Transfer Part receiving time T_{mr}

S: tiempo de recepción de la parte de transferencia de mensajes T_{mr}

T_{mr} est la période qui commence au moment où le dernier bit de la trame sémaphore quitte la liaison sémaphore de données et qui prend fin lorsque le dernier bit du message entre chez le Sous-Système Utilisateur. Il comprend le temps de traitement au niveau 2, le temps de transfert du niveau 2 au niveau 3, le temps de traitement au niveau 3 et le temps de transfert du niveau 3 au niveau 4.

4.3.2.4 **temps de propagation sur la voie de données, T_p**

E: data channel propagation time T_p

S: tiempo de propagación del canal de datos T_p

T_p est la période qui commence au moment où le dernier bit de la trame sémaphore entre dans la voie de données à l'extrémité d'émission et qui prend fin lorsque le dernier bit de la trame sémaphore quitte la voie de données à l'extrémité de réception, en l'absence ou en présence de perturbations de la trame sémaphore.

4.3.3 Temps total de transfert des messages

Le *temps total de transfert des messages* T_o se rapporte à la relation sémaphore. T_o commence au moment où le message quitte le Sous-Système Utilisateur (niveau 4) au point d'origine et prend fin lorsque le message entre dans le Sous-Système Utilisateur (niveau 4) au point de destination.

La définition du temps total de transfert des messages et les définitions des différentes composantes du temps de transfert des messages donnent les relations suivantes:

- a) En l'absence de perturbations

Error!

- b) En présence de perturbations

$$T_o = T_{oa} + (Q_t - Q_a)$$

où

T_{oa} Temps total de transfert des messages en l'absence de perturbations

T_{ms} Temps d'émission du Sous-Système Transport de Messages

T_{mr} Temps de réception du Sous-Système Transport de Messages

T_{cs} Temps de transfert des messages aux points de transfert sémaphores

n Nombre de PTS

T_p Temps de propagation sur la voie de données

T_o Temps global de transfert des messages en présence de perturbations

Q_t Retard total dû à la formation de queues (voir le § 4.2)

Q_a Retard dû à la formation de queues en l'absence de perturbations (voir le § 4.2).

Remarque - Pour $\Sigma(Q_t - Q_a)$, tous les points sémaphores impliqués doivent être pris en considération.

4.3.4 Estimation des temps de transfert des messages

(Doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

Les estimations doivent tenir compte des points suivants:

- longueur de la trame sémaphore;
- charge de trafic sémaphore;
- débit binaire de signalisation.

Les estimations de T_{cs} , T_{mr} et T_{ms} sont présentées sous la forme suivante:

- valeurs moyennes;
- valeurs au niveau de 95%.

Les estimations de T_{cs} pour un point de transfert sémaphore sont indiquées dans le tableau 4/Q.706.

TABLEAU 4/Q.706

Charge de trafic sémaphore du PTS	Temps de transfert des messages aux points de transfert sémaphores (T_{CS}) en ms	
	Moyenne	95%
Normale	20	40
+15 %	40	80
+30 %	100	200

Remarque - Les valeurs de ce tableau ont été déterminées sur la base de messages SSUT. Avec l'utilisation du SSUR et du SSGT, et l'accroissement de la longueur des messages qui en découle, il est probable que ces valeurs soient augmentées durant la prochaine période d'études.

Ces valeurs se rapportent à un débit binaire de signalisation de 64 kbit/s. La charge normale de trafic sémaphore est la charge pour laquelle le point de transfert sémaphore est construit. On admet comme hypothèse une valeur moyenne de 0,2 erlang par canal sémaphore. La distribution des longueurs de message est indiquée dans le tableau 2/Q.706.

4.4 Protection contre les erreurs

Pendant la transmission, les trames sémaphores sont exposées à des perturbations qui se traduisent par une déformation de l'information de signalisation. La protection contre les erreurs ramène les effets de ces perturbations à un niveau acceptable.

La protection contre les erreurs se fonde sur la détection d'erreur par codage redondant et sur la correction d'erreurs par retransmission. Le codage redondant s'effectue par génération de 16 bits de contrôle par trame sémaphore, d'après le polynôme décrit au § 4.2 de la Recommandation Q.703. En outre, la protection contre les erreurs n'introduit aucune perte, répétition ou séquence erronée de message sur un canal sémaphore.

Toutefois, dans une relation sémaphore, des situations anormales, causées par des défaillances, risquent de se produire, de sorte que la protection contre les erreurs du canal sémaphore concerné ne puisse garantir l'ordre correct des messages.

4.5 Dispositions concernant la sécurité de fonctionnement

Les dispositions concernant la sécurité de fonctionnement ont une influence primordiale sur le respect des conditions de disponibilité énumérées au § 1.1 pour une relation sémaphore.

Dans le cas du système de signalisation n° 7, les dispositions concernant la sécurité de fonctionnement sont essentiellement constituées par redondance et passage sur canal sémaphore de secours.

4.5.1 Types de dispositions concernant la sécurité de fonctionnement

D'une manière générale, il faut faire une distinction entre les dispositions concernant la sécurité de fonctionnement pour les différents éléments du réseau sémaphore et les dispositions concernant la sécurité de fonctionnement pour les relations sémaphores. Dans un réseau sémaphore, toute disposition concernant la sécurité de fonctionnement peut être utilisée, mais il faut veiller à satisfaire aux conditions requises de disponibilité.

4.5.1.1 Dispositions concernant la sécurité de fonctionnement pour les éléments du réseau sémaphore

Les éléments du réseau, qui constituent un trajet sémaphore lorsqu'ils sont interconnectés, soit possèdent par construction des dispositions concernant la sécurité de fonctionnement et ceci depuis le début (par exemple duplication des organes de commande des commutateurs et des points de transfert sémaphores), soit peuvent être dupliqués si besoin est (par exemple liaisons sémaphores de données). Toutefois, pour des raisons de sécurité, la duplication des liaisons sémaphores de données ne s'effectue que si ces liaisons dupliquées sont indépendantes les unes des autres (par exemple routage sur des trajets physiques différents). Dans les calculs de disponibilité pour un ensemble de trajets sémaphores, il faut particulièrement veiller à ce que les différents canaux sémaphores soient indépendants les uns des autres.

4.5.1.2 Dispositions concernant la sécurité de fonctionnement des relations sémaphores

Dans les réseaux sémaphores fonctionnant en mode quasi associé, où plusieurs canaux sémaphores en tandem desservent une relation sémaphore, les dispositions concernant la sécurité de fonctionnement des éléments du réseau ne garantissent pas, en principe, une disponibilité suffisante pour cette relation. Il convient donc de prendre les dispositions de sécurité de fonctionnement appropriées en prévoyant des ensembles de trajets sémaphores redondants qui doivent, eux aussi, être indépendants les uns des autres.

4.5.2 Conditions requises de sécurité de fonctionnement

Dans le cas de canaux sémaphores à 64 kbit/s, un réseau sémaphore doit être pourvu d'une redondance suffisante pour que la qualité du trafic de signalisation traité reste toujours satisfaisante. (L'application de ce principe aux canaux sémaphores utilisant des débits binaires inférieurs doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

4.5.3 Temps nécessaire pour entreprendre le passage sur canal *sémaphore de secours*

Si les liaisons sémaphores de données sont défaillantes du fait de taux d'erreur trop élevés, le passage sur canal sémaphore de secours est déclenché par le dispositif de surveillance des erreurs sur les trames sémaphores (voir le § 8 de la Recommandation Q.703). Avec ce dispositif, le temps qui s'écoule entre l'apparition de la défaillance et le déclenchement du passage sur canal sémaphore de secours dépend du taux d'erreur sur les messages (une interruption complète se traduira par un taux d'erreur de 1).

Le passage sur canal sémaphore de secours provoque d'importants retards supplémentaires dus à la formation de queues. Pour réduire la durée de ceux-ci autant que faire se peut, le volume de trafic sémaphore affecté par une défaillance est ramené au minimum par utilisation du partage de charge sur tous les canaux sémaphores existants.

4.5.4 Temps de réponse à un passage sur canal sémaphore de *secours*

Deux temps de réponse sont associés à un passage sur canal sémaphore de secours. Ces deux temps sont des valeurs maximales (et non des valeurs normales). Ils sont définis pour que 95% des événements qui surviennent, dans un point sémaphore, dont la charge est supérieure de 30% à la normale, les respectent. Ces temps de réponse sont mesurés de l'extérieur du point sémaphore.

4.5.4.1 Temps de réponse à une défaillance

Ce temps est le temps mis par un point sémaphore pour reconnaître qu'un passage sur canal sémaphore de secours est nécessaire. Ce temps commence lorsque le canal sémaphore est indisponible et se termine lorsque le point sémaphore envoie un message d'ordre de passage sur canal sémaphore de secours (ou d'ordre de passage d'urgence sur canal sémaphore de secours) au point sémaphore distant. Un canal sémaphore est indisponible lorsqu'une trame sémaphore d'état indiquant l'état «hors service» (ETHS) ou «isolement de processeur» (ETIP) est envoyée ou reçue sur ce canal sémaphore.

Temps de réponse à une défaillance (maximum permis) = 500 ms.

4.5.4.2 Temps de réponse à un message d'ordre de passage sur canal sémaphore de secours

Ce temps est le temps mis par un point sémaphore pour répondre à un message d'ordre de passage (d'urgence ou non) sur canal sémaphore de secours. Ce temps commence lorsque le point sémaphore reçoit un message de passage (d'urgence ou non) sur canal sémaphore de secours, et se termine lorsque le point sémaphore envoie un message d'accusé de réception de passage (d'urgence ou non) sur canal sémaphore de secours.

Temps de réponse à un message d'ordre de passage sur canal sémaphore de secours (maximum permis) = 300 ms.

4.6 Défaillances

4.6.1 Défaillance d'une liaison

Pendant la transmission, les messages peuvent être sujets à des perturbations. On peut mesurer la qualité de la liaison sémaphore de données par son taux d'erreur sur les canaux sémaphores.

Le dispositif de surveillance des erreurs sur les trames sémaphores déclenche le passage sur canal sémaphore de secours lorsque le taux d'erreur sur les trames sémaphores est d'environ 4×10^{-3} .

Le taux d'erreur auquel le système de signalisation n° 7 doit faire face constitue un paramètre qui a une influence décisive sur son efficacité.

Par suite de la correction d'erreurs par retransmission, un taux d'erreur élevé provoque des retransmissions fréquentes des trames sémaphores de message et, en conséquence, de longs retards dus à la formation de queues.

4.6.2 Défaillance des points sémaphores
(Doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

4.7 Priorités

Il n'est pas envisagé d'établir des priorités découlant de la signification des différents signaux. D'une manière générale, on applique le principe «premier arrivé, premier servi».

Bien que l'indicateur de service offre la possibilité de déterminer les priorités en fonction du service utilisateur, de telles priorités d'utilisateur ne sont pas encore prévues.

Les priorités de transmission sont déterminées par les fonctions du Sous-Système Transport de Messages. Elles dépendent uniquement de l'état présent du Sous-Système Transport de Messages et sont complètement indépendantes de la signification des signaux (voir le § 11.2 de la Recommandation Q.703).

5 Fonctionnement attendu en conditions défavorables

5.1 Conditions défavorables
(Doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

5.2 Influence des conditions défavorables
(Doit faire l'objet d'un complément d'étude.)

Référence

[1] Recommandation du CCITT Taux d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services, tome III, Rec. G.821.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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