



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Q.705

(03/93)

**SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME
DE SIGNALISATION N° 7**

**SYSTÈME DE SIGNALISATION N° 7 –
STRUCTURE DU RÉSEAU SÉMAPHORE**

Recommandation UIT-T Q.705

(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 Q.705, élaborée par la Commission d'études XI (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 Eléments du réseau	1
2.1 Canaux sémaphores	1
2.2 Points sémaphores	1
3 Indépendance de structure du réseau sémaphore international et des réseaux sémaphores nationaux	2
4 Considérations communes au réseau sémaphore international et aux réseaux sémaphores nationaux	3
4.1 Disponibilité du réseau	3
4.2 Délai de transfert des messages	3
4.3 Contrôle de l'ordre des messages	3
4.4 Nombre de canaux sémaphores utilisés en partage de charge	3
4.5 Fonctionnement par satellite	3
5 Réseau sémaphore international	4
5.1 Considérations générales	4
5.2 Nombre de points de transfert sémaphores impliqués dans les relations sémaphores	4
5.3 Numérotage des points sémaphores	4
5.4 Règles d'acheminement	4
5.5 Structures	4
5.6 Procédures	4
6 Réseau sémaphore pour le trafic frontalier	5
6.1 Considérations générales	5
6.2 Utilisation du niveau hiérarchique international	5
6.3 Numérotage intégré des réseaux sémaphores nationaux	5
6.4 Interfonctionnement de réseaux sémaphores nationaux	5
7 Réseau sémaphore national	5
8 Procédures de protection contre l'utilisation non autorisée d'une fonction STP (option)	5
8.1 Considérations générales	5
8.2 Identification des messages de signalisation non autorisés	6
8.3 Traitement des messages de signalisation non autorisés	6
8.4 Mesures	6
8.5 Notification à un utilisateur non autorisé	6
9 Moyens de planification du SS n° 7	7
Annexe A – Exemples de réseaux sémaphores maillés	7
A.1 Considérations générales	7
A.2 Structures de base du réseau (exemple)	7
A.3 Acheminement	9
A.4 Actions relatives aux états de défaillance	17
A.5 Note émanant du forum des responsables de la mise en oeuvre, pour l'explication du partage de charge	22

SYSTÈME DE SIGNALISATION N° 7 – STRUCTURE DU RÉSEAU SÉMAPHORE

(Genève, 1980; modifiée à Helsinki, 1993)

1 Introduction

La présente Recommandation traite de questions qui intéressent la conception des réseaux sémaphores internationaux du système de signalisation n° 7 et dont il convient de tenir compte à cet égard. Certaines de ces questions ou la totalité d'entre elles peuvent également intéresser la conception des réseaux nationaux. Certains aspects concernent à la fois le réseau international et les réseaux nationaux (par exemple la disponibilité); d'autres sont examinés uniquement dans le contexte du réseau international (par exemple nombre de *points de transfert sémaphores* impliqués dans une relation sémaphore). Un certain nombre d'aspects doivent faire l'objet d'un complément d'étude en ce qui concerne les réseaux nationaux. L'Annexe A explique en outre, sur la base de quelques exemples, comment les procédures du réseau sémaphore peuvent s'appliquer à un réseau maillé.

Les réseaux nationaux et le réseau international sont considérés comme indépendants du point de vue de leur structure et, bien qu'un *point sémaphore* particulier puisse appartenir à un réseau national et au réseau international, des *codes de points sémaphores* sont attribués aux points sémaphores conformément aux règles s'appliquant à chacun de ces réseaux.

Les procédures du réseau sémaphore permettent de faire fonctionner efficacement un réseau ayant différents degrés de complexité. Elles permettent d'assurer un transfert fiable de messages à travers ce réseau et de reconfigurer celui-ci en cas de pannes.

Le réseau sémaphore le plus élémentaire se compose de *points sémaphores d'origine et de destination* reliés par un seul *canal sémaphore*. Pour satisfaire aux conditions requises de disponibilité, cette liaison peut être complétée par des liaisons supplémentaires en parallèle qui peuvent se partager la charge de signalisation. Si, pour toutes les relations sémaphores, les points sémaphores d'origine et de destination sont directement reliés de cette manière, on dit que le réseau fonctionne en *mode associé*.

Pour des raisons d'ordre technique ou économique, un réseau associé simple peut ne pas convenir; on peut alors réaliser un *réseau fonctionnant en mode quasi associé* dans lequel l'information entre les points sémaphores d'origine et de destination peut être transférée par l'intermédiaire d'un certain nombre de points de transfert sémaphores. Un tel réseau peut être représenté par un *réseau maillé*, tel que celui qui est décrit à l'Annexe A, puisque les autres réseaux sont soit des sous-ensembles du réseau maillé, soit structurés en utilisant ce réseau ou ses sous-ensembles comme composants.

2 Éléments du réseau

2.1 Canaux sémaphores

Les canaux sémaphores sont les éléments de base d'un réseau qui relie entre eux des points sémaphores. Les canaux sémaphores englobent les fonctions du *niveau 2* qui assurent la protection contre les erreurs (détection et correction subséquente). De plus, des mesures sont prévues pour assurer le maintien correct de l'ordre des messages (voir la Recommandation Q.703).

2.2 Points sémaphores

Les canaux sémaphores relient les points sémaphores où sont assurées au *niveau 3* les fonctions réseau, telles que l'acheminement des messages et où les fonctions «utilisateurs» peuvent être assurées au *niveau 4* s'il s'agit également d'un point d'origine ou de destination (voir 2.4/Q.704).

Un point sémaphore qui ne fait que transférer au *niveau 3* des messages d'un canal sémaphore à un autre joue le rôle de point de transfert sémaphore (STP) (*signalling transfer point*).

Les canaux, points de transfert sémaphores et points sémaphores (d'origine ou de destination) peuvent être combinés de nombreuses manières différentes pour constituer un *réseau sémaphore*.

3 Indépendance de structure du réseau sémaphore international et des réseaux sémaphores nationaux

Le réseau sémaphore mondial est structuré en deux niveaux indépendants du point de vue fonctionnel, à savoir le niveau international et le niveau national, comme le montre la Figure 1. Cette structure permet de faire nettement le partage des responsabilités pour la gestion du réseau et permet aux plans de numérotage des points sémaphores du réseau international et des différents réseaux nationaux d'être indépendants les uns des autres.

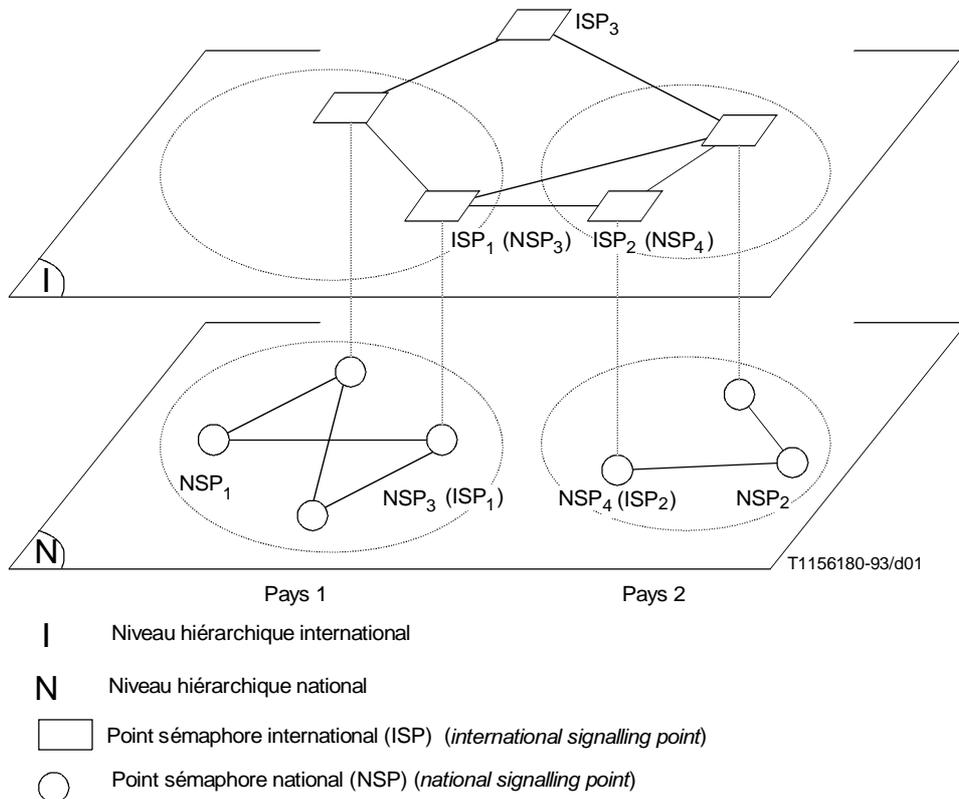


FIGURE 1/Q.705

Réseau sémaphore international et réseaux sémaphores nationaux

Un point sémaphore (SP) (*signalling point*), y compris un point de transfert sémaphore (STP), peut entrer dans l'une des trois catégories suivantes:

- point sémaphore national (NSP) (*national signalling point*) (point de transfert sémaphore) qui n'appartient qu'au réseau national (par exemple NSP₁) et qui est identifié par un code de point sémaphore d'origine ou de destination (OPC ou DPC) conformément au plan de numérotage national des points sémaphores;
- point sémaphore international (ISP) (*international signalling point*) (point de transfert sémaphore) qui n'appartient qu'au réseau international (par exemple ISP₃) et qui est identifié par un code de point sémaphore (OPC ou DPC) conformément au plan de numérotage international des points sémaphores;
- nœud qui fonctionne à la fois comme point sémaphore international (point de transfert sémaphore) et point sémaphore national (point de transfert sémaphore) et qui appartient donc à la fois au réseau international et à un réseau national; il est en conséquence identifié par un code spécifique de point sémaphore (OPC ou DPC) dans chacun des réseaux.

S'il est nécessaire de faire une différence entre les codes de points sémaphores internationaux et nationaux en un point sémaphore donné, on a recours à l'indicateur de réseau (voir 14.2/Q.704).

4 Considérations communes au réseau sémaphore international et aux réseaux sémaphores nationaux

4.1 Disponibilité du réseau

La structure d'un réseau donné doit être choisie de manière à satisfaire aux exigences de disponibilité les plus rigoureuses des sous-systèmes utilisateurs desservis par ce réseau. Pour déterminer la structure du réseau, il faut tenir compte de la disponibilité de ses différents composants (canaux sémaphores, points sémaphores, points de transfert sémaphores). (Voir la Recommandation Q.709.)

Il convient d'accorder une attention particulière aux tableaux d'acheminement du STP afin d'éviter l'acheminement circulaire. (Voir Annexe A/Q.780 – Equipements d'essai et moyens de planification.)

4.2 Délai de transfert des messages

Pour tenir compte du délai de transfert des messages de signalisation, il faut prendre en considération, lors de l'établissement de la structure d'un réseau sémaphore particulier, le nombre total de canaux sémaphores (lorsqu'il existe un certain nombre de relations sémaphores en cascade) intéressant une transaction utilisateur déterminée (par exemple un appel particulier dans le cas de l'application téléphonique). (Voir la Recommandation Q.709.)

4.3 Contrôle de l'ordre des messages

Le sous-système transport de messages assure le respect du même acheminement en l'absence de défaillance, pour tous les messages intervenant dans la même transaction (par exemple un appel téléphonique), sous réserve que le même code de *sélection du canal sémaphore* soit utilisé. Toutefois, une transaction ne doit pas nécessairement emprunter la même route sémaphore pour la transmission des messages en avant et en arrière.

4.4 Nombre de canaux sémaphores utilisés en partage de charge

Le nombre de canaux sémaphores utilisés pour partager la charge d'un flux donné de trafic dépend en principe des facteurs suivants:

- charge totale de trafic;
- disponibilité des canaux sémaphores;
- disponibilité requise du trajet entre les deux points sémaphores intéressés;
- débit binaire des canaux sémaphores.

Le partage de la charge demande au moins deux canaux sémaphores pour tous les débits binaires, et parfois davantage pour les plus bas d'entre eux.

Quand deux canaux sémaphores sont utilisés, chacun d'eux doit être capable d'acheminer le trafic sémaphore total en cas de défaillance de l'autre. Lorsque plusieurs canaux sont utilisés, il convient de prévoir pour le canal sémaphore de secours une capacité suffisante de manière à satisfaire aux conditions requises de disponibilité spécifiées dans la Recommandation Q.706.

4.5 Fonctionnement par satellite

Les critères de fonctionnement du service et les aspects concernant le fonctionnement du SS n° 7 doivent être équitablement pris en considération lors de l'établissement de la structure du réseau du SS n° 7. Malgré leur délai de transmission relativement long, les connexions par satellite peuvent aussi convenir pour assurer des liaisons sémaphores de données.

La diversité des supports de transmission (y compris les satellites) est, notamment pour le fonctionnement international à grande distance, un critère important pour déterminer la structure du réseau du SS n° 7, du point de vue de la disponibilité et de la fiabilité du réseau.

En fonctionnement international, il est possible, dans des circonstances exceptionnelles et en cas d'accord bilatéral, de rétablir une liaison sémaphore de données de Terre reposant sur la méthode de base de correction d'erreur, en utilisant un circuit par satellite. Dans ce cas, il convient de prendre les précautions suivantes:

- pour garantir, dans ces conditions, que cette méthode de base de correction d'erreur fonctionne correctement avec des circuits par satellite, la valeur de la temporisation T7 (voir 12.3/Q.703) doit être au moins égale à 800 ms aux deux extrémités du canal sémaphore rétabli.
- pour prendre en compte le délai supplémentaire dû au circuit par satellite, les temporisations T1 à T6 définies 16.8/Q.704 doivent avoir pour valeurs minimales les valeurs spécifiées pour les routes à long temps de propagation;
- le taux d'erreur sur les bits garanti par la liaison par satellite utilisée exerce une profonde influence - s'il est supérieur à 10^{-7} , il devrait être tenu compte dès le début, pour le dimensionnement des charges des liaisons d'une capacité de charge éventuellement inférieure d'une liaison par satellite (voir 5/Q.706).

Pour le calcul de la valeur de N2 (nombre d'octets contenus dans les trames sémaphores de message mises en mémoire pour retransmission selon la méthode de base de correction d'erreur en retransmission cyclique préventive: voir 6.4.2/Q.703), le temps $T_{(L)}$ de transmission en boucle sur le canal sémaphore doit être compris, selon les conditions géographiques, entre 480 et 600 ms.

5 Réseau sémaphore international

5.1 Considérations générales

Le réseau sémaphore international utilisera les procédures qui sont définies dans les Recommandations relatives au SS n° 7. La structure du réseau sémaphore international à définir peut aussi servir de modèle à la structure des réseaux nationaux.

5.2 Nombre de points de transfert sémaphores impliqués dans les relations sémaphores

Dans le réseau sémaphore international, le nombre de points de transfert entre un point d'origine et un point de destination ne doit pas être supérieur à deux en situation normale. En cas de défaillance, ce nombre peut atteindre trois, voire quatre pendant une courte période de temps. Cette contrainte a pour objet de limiter la complexité de la gestion du réseau sémaphore international.

5.3 Numérotage des points sémaphores

Un code à quatorze bits sert à l'identification des points sémaphores. L'attribution des codes internationaux aux différents points sémaphores est définie dans la Recommandation Q.708.

5.4 Règles d'acheminement

5.4.1 Pour assurer une souplesse totale de l'acheminement de la signalisation dans le réseau sémaphore international utilisant le SS n° 7, il semble souhaitable qu'un point sémaphore au moins dans chaque pays fournisse des moyens pour la fonction STP international. Cet arrangement faciliterait l'utilisation du SS n° 7 sur les artères à faible trafic.

5.4.2 Autres règles d'acheminement

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

5.5 Structures

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

5.6 Procédures

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

6 Réseau sémaphore pour le trafic frontalier

6.1 Considérations générales

Pour le trafic frontalier entre points sémaphores, une configuration particulière de réseau sémaphore est apparue nécessaire, leurs intérêts communs suffisant à engendrer entre eux un trafic considérable.

Deux arrangements possibles du réseau sémaphore pour le trafic frontalier sont prévus de sorte que les Administrations puissent adopter l'un ou l'autre par accord bilatéral.

6.2 Utilisation du niveau hiérarchique international

6.2.1 Cet arrangement pourrait être appliqué au cas où seul un nombre relativement faible de points sémaphores d'un pays assurent le trafic frontalier.

6.2.2 Les points sémaphores et les points de transfert sémaphores qui sont impliqués dans la signalisation relative à un trafic frontalier doivent appartenir au niveau hiérarchique international décrit à l'article 3. Lorsque ces points sémaphores ou ces points de transfert sémaphores sont aussi impliqués dans la signalisation relative à un trafic national, ils doivent appartenir aussi à leur propre niveau hiérarchique national. En conséquence, il faut adopter à leur endroit un double numérotage de codes de points sémaphores dans les plans de numérotage internationaux et nationaux.

6.2.3 Une distinction entre codes de points internationaux et nationaux est faite par l'indicateur de réseau dans l'octet de service (voir 14.2/Q.704).

6.2.4 Les procédures de gestion du réseau sémaphore dans le cadre de cet arrangement doivent être étudiées plus avant.

6.3 Numérotage intégré des réseaux sémaphores nationaux

6.3.1 Aux termes de cet arrangement, les points sémaphores qui desservent le trafic frontalier doivent être identifiées par des codes de points sémaphores nationaux communs.

6.3.2 Des blocs communs de codes de points sémaphores nationaux sont mis en œuvre par accord bilatéral (doit faire l'objet d'un complément d'étude).

6.4 Interfonctionnement de réseaux sémaphores nationaux

A l'interface frontalière du réseau sémaphore, il convient de donner la préférence à la spécification internationale du SS n° 7, sans préjudice de la conclusion d'accords bilatéraux.

7 Réseau sémaphore national

Aucune structure spécifique n'est mentionnée dans la présente Recommandation pour les réseaux sémaphores nationaux. Toutefois, les Administrations doivent tenir compte des contraintes imposées à un réseau national pour la protection des services internationaux, en ce qui concerne les exigences des usagers relativement au réseau, par exemple: disponibilité et qualité de fonctionnement du réseau telles qu'elles sont perçues par les usagers (voir la Recommandation Q.709).

8 Procédures de protection contre l'utilisation non autorisée d'une fonction STP (option)

8.1 Considérations générales

Des Administrations peuvent passer des accords bilatéraux afin d'utiliser le SS n° 7 entre leurs réseaux. Ces accords peuvent comporter des restrictions sur les messages de signalisation qu'une Administration est autorisée à envoyer à l'autre. Ces restrictions pourraient être faites, par exemple, dans l'intérêt de la sécurité du réseau ou être la conséquence de restrictions sur les services. Le trafic sémaphore non autorisé peut être, par exemple, du trafic présenté à un STP pour des demandes d'appel en provenance d'autres réseaux que celui contenant ce STP, et cela, en l'absence d'accords bilatéraux.

Une Administration, passant un accord avec des restrictions de ce type, peut souhaiter identifier et traiter spécialement les messages de signalisation non autorisés.

Les mesures du Tableau 6/Q.752 fournissent les moyens d'identifier les messages de signalisation non autorisés. Les procédures décrites dans ce paragraphe pour l'identification et la réaction au trafic non autorisé sont des options additionnelles à utiliser dans un STP ayant des canaux sémaphores vers d'autres réseaux.

8.2 Identification des messages de signalisation non autorisés

En plus des procédures normales d'orientation des messages de signalisation spécifiées dans la Recommandation Q.704, il doit être possible d'inhiber/d'autoriser les messages destinés à un autre point sémaphore (SP) à l'aide d'une des options suivantes (ou combinaison):

- i) Inhiber/autoriser l'accès au STP par une combinaison faisceaux de canaux sémaphores entrants désignés-DPC désignés.

Cette combinaison de DPC/faisceau de canaux sémaphores entrant fonctionnera efficacement sous la forme d'une matrice unique. Cette matrice sera composée d'un maximum de 128 DPC et d'un maximum de 64 faisceaux de canaux sémaphores entrants (ces valeurs sont des guides et peuvent être ajustées pour satisfaire aux conditions de l'Administration concernée).

- ii) Inhiber/autoriser l'accès au STP par une combinaison faisceaux de canaux sémaphores sortants désignés-DPC désignés.

Cette combinaison de DPC/faisceau de canaux sémaphores sortant fonctionnera efficacement sous la forme d'une matrice unique. Cette matrice sera composée d'un maximum de 128 DPC et d'un maximum de 64 faisceaux de canaux sémaphores sortants (ces valeurs sont des guides et peuvent être ajustées pour satisfaire aux conditions de l'Administration ou de l'exploitant concerné).

- iii) Inhiber/autoriser l'accès au STP par l'examen de la combinaison OPC-DPC du message STP entrant.

Cette combinaison de DPC/OPC fonctionnera efficacement sous la forme d'une matrice unique. Cette matrice sera composée d'un maximum de 128 DPC et d'un maximum de 128 DPC (ces valeurs sont des guides et peuvent être ajustées pour satisfaire aux conditions de l'Administration ou de l'exploitant concerné).

8.3 Traitement des messages de signalisation non autorisés

Un STP identifiant des messages de signalisation du SS n° 7 non autorisés doit être capable, sur une base de faisceau de canaux sémaphores ou de code de point sémaphore,:

- i) d'assurer à tous les messages de signalisation du SS n° 7 non autorisés le même traitement que le trafic autorisé; ou
- ii) de détruire tous les messages de signalisation du SS n° 7 non autorisés.

De plus, un STP doit être capable:

- i) d'autoriser tous les messages STP se trouvant en dehors des intervalles indiqués en 8.2;
- ii) d'arrêter (détruire) tous les messages STP se trouvant en dehors des intervalles indiqués en 8.2.

8.4 Mesures

Un STP identifiant des messages de signalisation du SS n° 7 entrants non autorisés en provenance d'un autre réseau doit être capable de les compter et d'enregistrer les détails des messages non autorisés, sur la base de faisceau de canaux sémaphores et/ou de code de point sémaphore.

8.5 Notification à un utilisateur non autorisé

Un STP identifiant des messages de signalisation du SS n° 7 non autorisés en provenance d'un autre réseau, peut vouloir notifier à l'Administration d'origine qu'elle envoie des messages non autorisés.

Cette notification doit être faite par des moyens administratifs et ne déclencher aucun mécanisme du SS n° 7.

De plus, un rapport de faute sera édité donnant le contenu du message non autorisé. Il doit être possible de restreindre sélectivement le nombre de rapports de faute par faisceau de canaux sémaphores et/ou par code de point sémaphore.

Il doit également être possible d'inhiber le mécanisme d'édition de rapport de faute par faisceau de canaux sémaphores et/ou par code de point sémaphore ou sur la base de la direction des messages, c'est-à-dire si un message interdit est destiné à une exploitation reconnue, alors il doit être possible de supprimer les rapports de faute alors qu'ils sont autorisés pour les messages interdits en provenance de cette exploitation reconnue.

9 Moyens de planification du SS n° 7

L'Annexe A/Q.780 contient une brève description de certains moyens de planification du SS n° 7.

Annexe A

Exemples de réseaux sémaphores maillés

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

A.1 Considérations générales

La présente annexe a pour but d'illustrer les procédures définies dans la Recommandation Q.704. Si, pour cette illustration, l'exemple considéré utilise un réseau *maillé* spécifique, la présente annexe n'a cependant pas pour objet de recommander implicitement ou explicitement le réseau décrit.

Le réseau *maillé* sert à illustrer les procédures du niveau 3 du sous-système transport de messages (MTP). On estime en effet qu'il s'agit là d'une forme de réalisation éventuelle du réseau international, et qu'il peut servir, lui ou ses sous-ensembles, à établir les structures d'autres réseaux.

A.2 Structures de base du réseau (exemple)

La Figure A.1 montre la structure du réseau maillé de base, tandis que trois versions simplifiées dérivées de cette structure sont représentées dans la Figure A.2. On peut élaborer des réseaux sémaphores plus complexes, en utilisant ceux-ci comme composants.

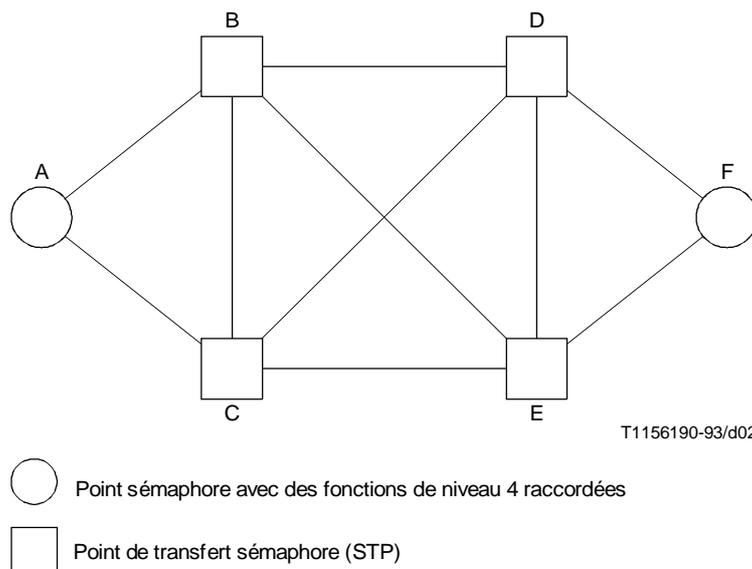
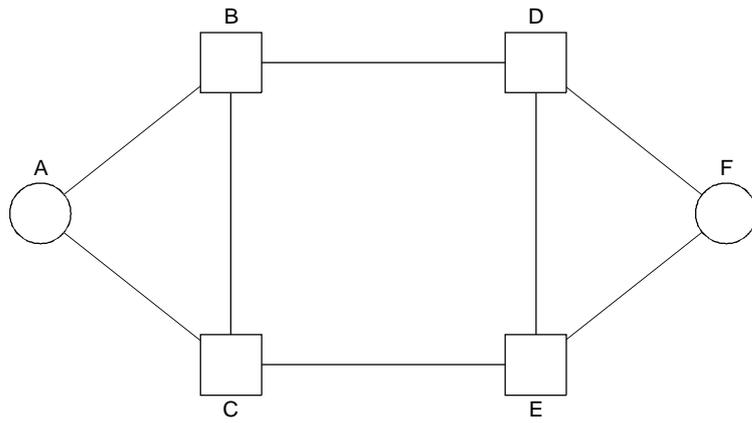
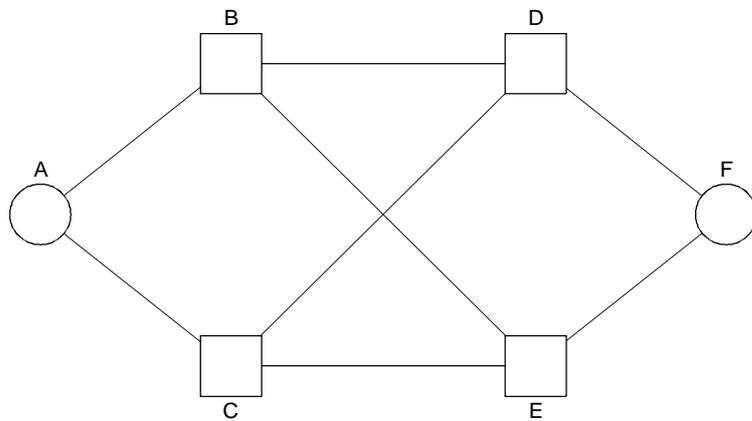


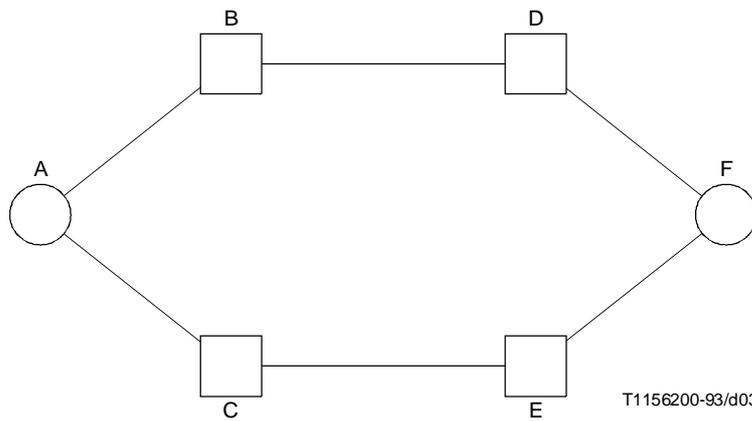
FIGURE A.1/Q.705
Réseau maillé de base



a) Deux sur quatre des faisceaux de canaux sémaphores existants entre STP ont été supprimés



b) Les faisceaux de canaux sémaphores entre STP d'une même paire ont été supprimés



T1156200-93/d03

c) Deux sur quatre des faisceaux de canaux sémaphores existants entre STP et ceux existants entre STP d'une même paire ont été supprimés

FIGURE A.2/Q.705
Versions simplifiées du réseau maillé de base

Dans ce qui suit, la Figure A.1, qui représente le réseau maillé de base, sert d'exemple pour expliquer les procédures définies dans la Recommandation Q.704.

Dans ce réseau, chacun des points sémaphores avec des fonctions de niveau 4 raccordées est relié par deux faisceaux de canaux sémaphores à deux points de transfert sémaphores. Chaque paire de points de transfert est reliée à l'autre paire par quatre faisceaux de canaux sémaphores. En outre, il existe un faisceau de canaux sémaphores entre les deux points de transfert de chacune des paires.

Les versions simplifiées a), b) et c) du réseau sémaphore de base sont obtenues par suppression respective:

- a) de deux sur quatre des faisceaux de canaux sémaphores entre points de transfert;
- b) des faisceaux de canaux sémaphores entre points de transfert de la même paire; et
- c) des faisceaux de canaux sémaphores cités en a) et des faisceaux de canaux sémaphores cités en b) simultanément.

Il convient de noter que pour une disponibilité de canal sémaphore déterminée, plus on supprime de faisceaux de canaux sémaphores du réseau de base (par exemple en allant de la Figure A.1 à la Figure A.2), plus la disponibilité du réseau obtenu est faible. Toutefois, on peut augmenter la disponibilité de ces réseaux sémaphores simplifiés en ajoutant un ou plusieurs canaux sémaphores en parallèle à chacun des faisceaux restants.

A.3 Acheminement

A.3.1 Considérations générales

Le présent paragraphe donne quelques exemples d'acheminement dans le réseau maillé de base de la Figure A.1. Les actions d'acheminement nécessaires pour modifier les routes de messages en cas de défaillances sont exposées au A.4. Dans les exemples du présent paragraphe, on part des quatre principes d'acheminement suivants:

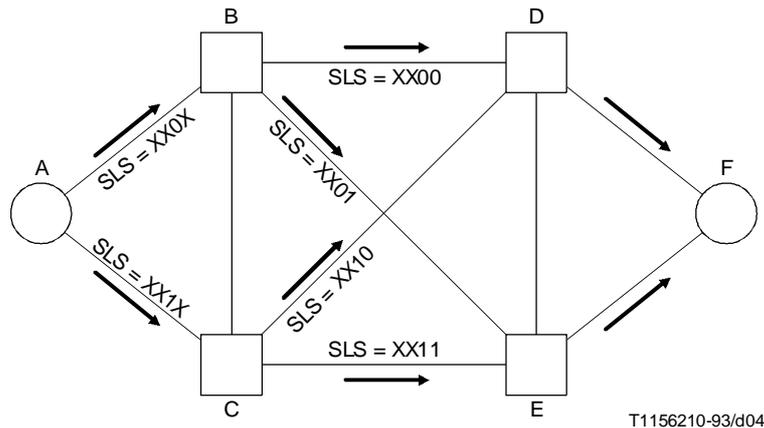
- les routes de message doivent passer par le minimum de points de transfert sémaphores intermédiaires;
- en chaque point sémaphore, l'acheminement ne sera pas affecté par les routes de message utilisées jusqu'au point de transfert sémaphore concerné;
- lorsque plusieurs routes de messages sont disponibles, il convient de répartir la charge entre ces routes;
- les messages se rapportant à une transaction d'un utilisateur déterminée et envoyés dans une direction donnée seront acheminés sur la même route de manière à obtenir un ordre des messages correct.

A.3.2 Acheminement en l'absence de défaillances

La Figure A.3 illustre un exemple d'acheminement en l'absence de défaillance, pour les messages allant du point sémaphore A au point sémaphore F.

Il convient de noter les points suivants:

- a) lors de la répartition du trafic pour le partage de charge au point sémaphore d'origine et aux points de transfert sémaphores intermédiaires, des précautions doivent être prises quant à l'utilisation des codes de sélection des canaux sémaphores (SLS) (*signalling link selection*) de manière à distribuer également le trafic entre les quatre routes disponibles. Dans l'exemple indiqué, le point d'origine A utilise le deuxième bit le moins significatif de ces codes et les points de transfert B et C le bit le moins significatif;
- b) outre la procédure décrite ci-dessus, le choix d'un canal sémaphore particulier pour un code de sélection déterminé peut se faire indépendamment en chaque point sémaphore. En conséquence, les routes de message pour une transaction d'un utilisateur (par exemple SLS = 0010) peuvent emprunter des trajets différents (par exemple A → C → D → F et F → E → B → A);
- c) en l'absence de défaillance, on n'utilise pas les liaisons BC et DE. Elles sont employées dans certains cas de dérangement décrits dans A.4;
- d) lorsque le nombre de canaux sémaphores d'un faisceau n'est pas une puissance de 2 (c'est-à-dire 1, 2, 4, 8 . . .), le partage de charge effectué sur la base du SLS n'égalise pas complètement la distribution sur les canaux sémaphores individuels.



Routes normales de message de A à F

- A → B → D → F (SLS = XX00)
- A → C → D → F (SLS = XX10)
- A → B → E → F (SLS = XX01)
- A → C → E → F (SLS = XX11)

SLS Code de sélection du canal sémaphore de l'étiquette d'acheminement
 Hypothèse Il existe un seul sémaphore entre points sémaphores adjacents

FIGURE A.3/Q.705
 Exemple d'acheminement en l'absence de défaillance

A.3.3 Acheminement en conditions de défaillance

A.3.3.1 Information d'acheminement de secours

Afin de faire face aux situations de défaillance qui peuvent survenir, chaque point sémaphore dispose d'une information d'acheminement de secours qui spécifie, pour chacun des faisceaux normaux de canaux sémaphores, le ou les faisceaux de secours à utiliser lorsque les premiers ne sont plus disponibles (voir 4.2/Q.704).

Le Tableau A.1 donne, à titre d'exemple, une liste des faisceaux de secours pour tous les faisceaux normaux au point A et au point de transfert B. Dans le réseau maillé de base, tous les faisceaux, à l'exception de ceux qui relient les points de transfert de la même paire, sont des faisceaux normaux et acheminent le trafic de signalisation en l'absence de défaillance. En cas d'indisponibilité d'un faisceau normal, le trafic de signalisation précédemment acheminé par lui doit être dirigé sur le faisceau de secours de priorité 1. Les faisceaux de secours de priorité 2 (c'est-à-dire les faisceaux reliant les points de transfert de la même paire) ne sont utilisés que lorsque le faisceau normal et le ou les faisceaux de secours de priorité 1 ne sont plus disponibles.

Les paragraphes A.3.3.2 à A.3.3.5 donnent certains exemples types des conséquences des défaillances des canaux et des points sémaphores, sur l'acheminement du trafic de signalisation. Pour simplifier, on admet que les faisceaux de canaux sémaphores ne se composent que d'un seul canal sémaphore chacun.

A.3.3.2 Exemples de défaillance d'une seule liaison

Exemple 1: Défaillance d'une liaison entre un point sémaphore et un point de transfert sémaphore (par exemple liaison AB) (voir la Figure A.4).

Comme indiqué dans le Tableau A.1, A détourne le trafic précédemment acheminé par la liaison AB sur la liaison AC, alors que B détourne ce trafic sur la liaison BC. Il est à noter que le nombre de points de transfert sémaphores traversés par les messages de signalisation de F à A en passant par B est augmenté d'une unité et, dans le cas présent, passe à trois.

TABLEAU A.1/Q.705

Liste des faisceaux de secours aux points sémaphores A et B

	Faisceau normal	Faisceau de secours	Priorité ^{a)}
Point sémaphore A	AB AC	AC AB	1 1
Point de transfert sémaphore B	BA	BC	2
	BC	Aucun	
	BE	BD	1
		BC	2
	BD	BE	1
		BC	2
<p>a) <i>Priorité 1</i> – Utilisée en partage de charge avec un faisceau normal en l'absence de défaillance</p> <p><i>Priorité 2</i> – Utilisée uniquement lorsque tous les faisceaux de priorité 1 ne sont plus disponibles.</p>			

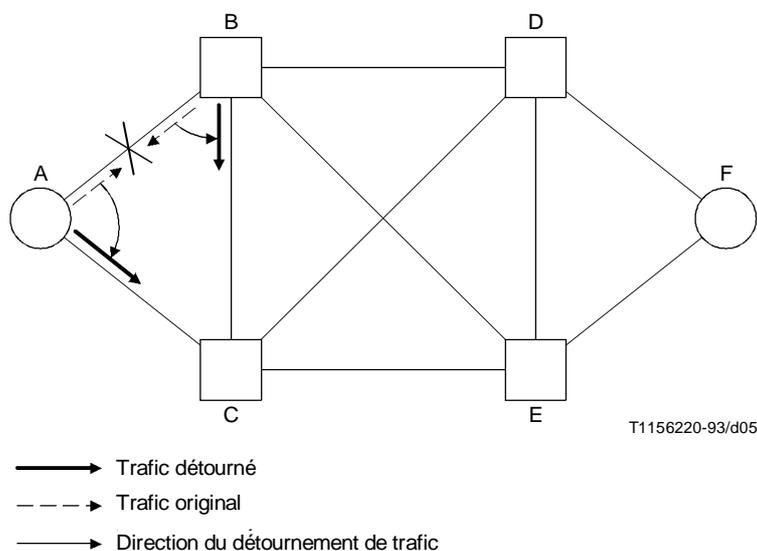


FIGURE A.4/Q.705
Défaillance de la liaison AB

Le principe de la réduction au minimum du nombre de points de transfert sémaphores intermédiaires, exposé dans A.3.1, s'applique dans le cas présent au point de transfert B, pour éviter la partie défaillante. En fait, les procédures définies dans la Recommandation Q.704 supposent que le trafic est détourné uniquement au point sémaphore pour lequel sur une route sortante un canal sémaphore se révèle indisponible. En conséquence, les procédures ne prévoient pas l'émission d'une indication précisant que le trafic acheminé par le point de transfert B traversera un autre point de transfert supplémentaire.

Exemple 2: Défaillance d'une liaison entre points de transfert sémaphores (par exemple liaison BD) (voir la Figure A.5).

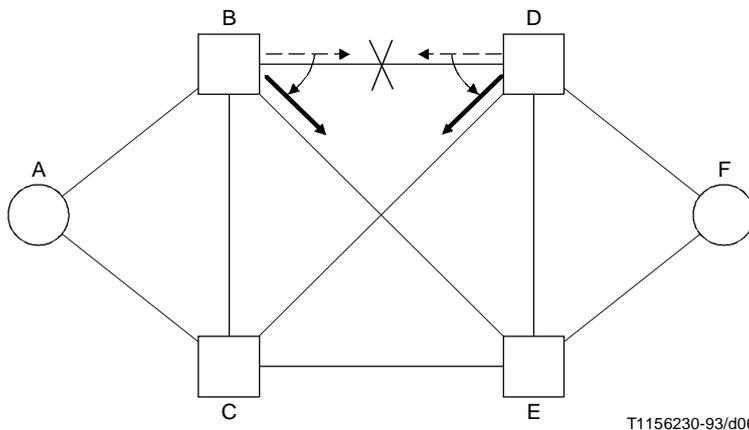


FIGURE A.5/Q.705
Défaillance de la liaison BD

Comme il est indiqué au Tableau A.1, B détourne le trafic acheminé par la liaison BD sur la liaison BE. De la même manière, D détourne le trafic acheminé par la liaison DB sur la liaison DC.

Exemple 3: Défaillance d'une liaison entre points de transfert sémaphores de la même paire (par exemple liaison BC) (voir la Figure A.6).

Ce type de défaillance n'exige aucun détournement. B et C prennent simplement note du fait que la liaison BC n'est plus disponible.

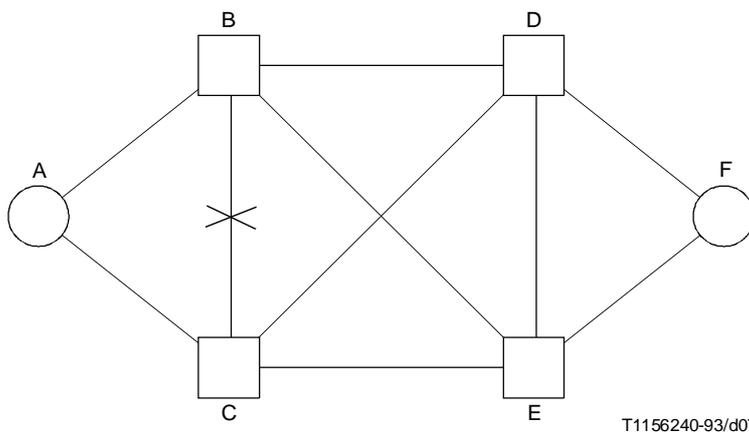


FIGURE A.6/Q.705
Défaillance de la liaison BC

A.3.3.3 Exemples de défaillances multiples des liaisons

Etant donné la variété des configurations où plusieurs faisceaux de canaux sémaphores sont indisponibles, on ne donne ci-après que certaines configurations types à titre d'exemple.

Exemple 1: Défaillance d'une liaison entre un point sémaphore et un point de transfert sémaphore et de la liaison entre ce point de transfert sémaphore et celui de la même paire (par exemple liaisons DF, DE) (voir la Figure A.7).

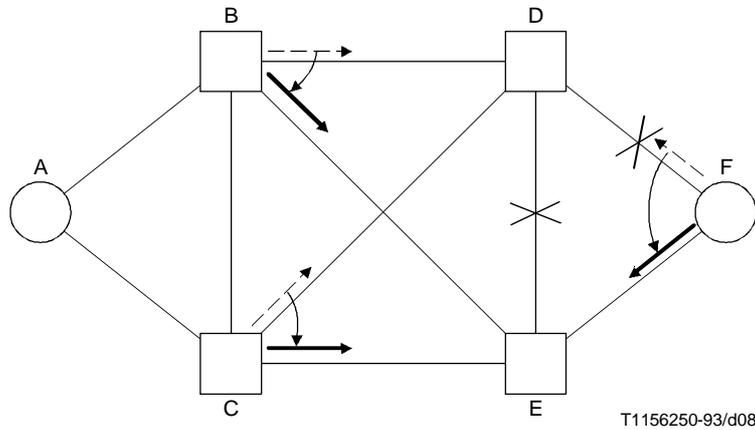


FIGURE A.7/Q.705
Défaillance des liaisons DE et DF

B détourne le trafic destiné à F de la liaison BD sur la liaison BE, parce que la destination F est devenue inaccessible par D. Il est à noter que seul le trafic destiné à F est détourné de la liaison BD sur la liaison BE et non pas l'ensemble du trafic de la liaison BD. Cela s'applique également à C, qui détourne le trafic destiné à F de la liaison CD sur la liaison CE. F détourne sur la liaison FE tout le trafic précédemment acheminé par la liaison FD, de la même manière que dans l'exemple de défaillance d'une seule liaison donné au A.3.3.2.

Exemple 2: Défaillance de deux liaisons entre points de transfert sémaphores (par exemple liaisons BD, BE) (voir la Figure A.8).

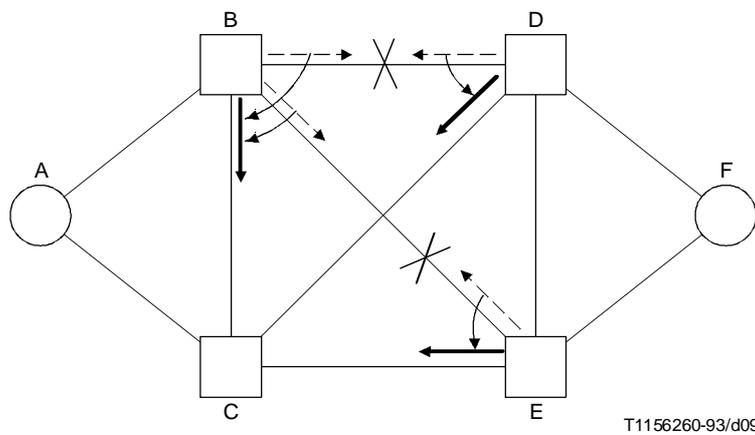


FIGURE A.8/Q.705
Défaillance des liaisons BD et BE

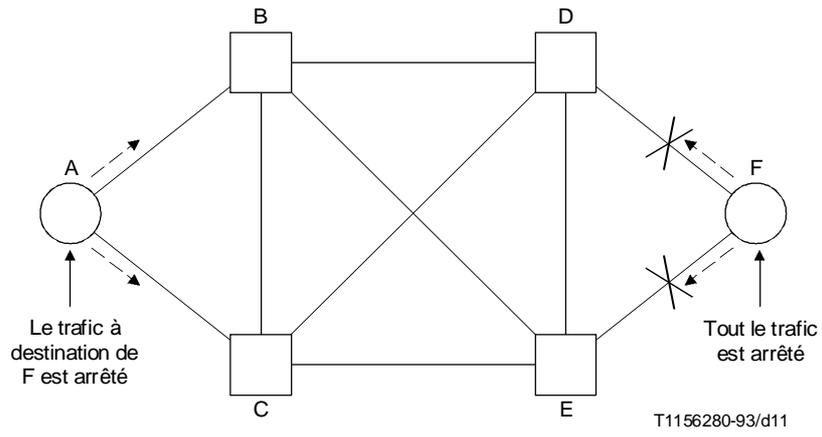


FIGURE A.10/Q.705
Défaillance des liaisons DF et EF

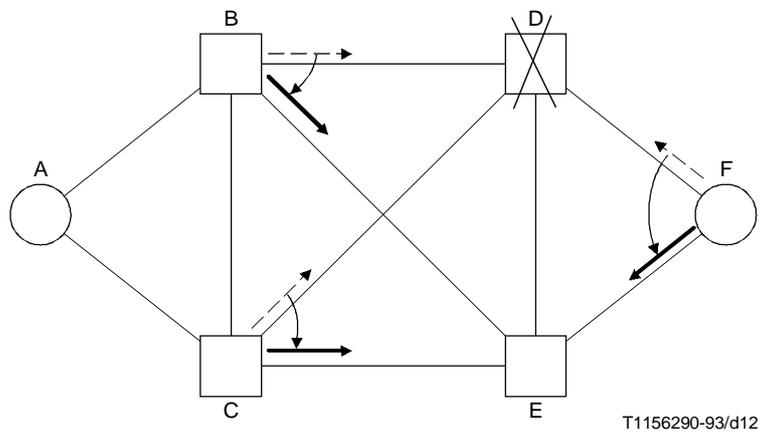


FIGURE A.11/Q.705
Défaillance du point de transfert, sémaphore D

Exemple 2: Défaillance d'un point de destination (par exemple F) (voir la Figure A.12).

Dans ce cas, A arrête tout le trafic à destination de F précédemment acheminé sur les liaisons AB et AC.

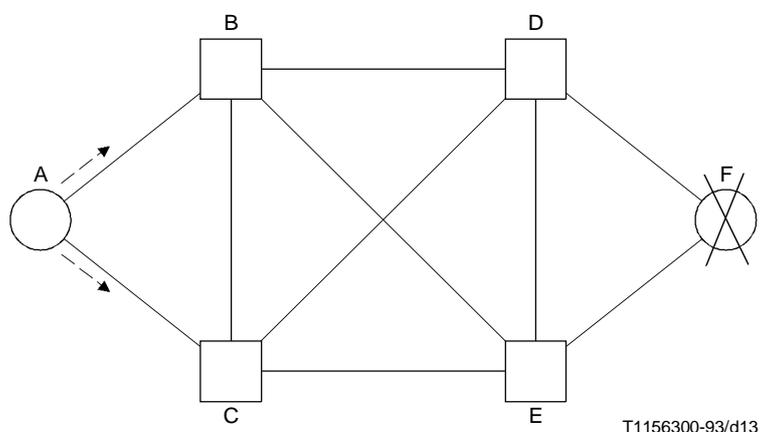


FIGURE A.12/Q.705
Dérangement du point de signalisation F

A.3.3.5 Exemples de défaillance de plusieurs points de transfert sémaphores

Dans les exemples suivants, on expose deux configurations types de défaillance simultanée de deux points de transfert sémaphores.

Exemple 1: Défaillance de deux points de transfert sémaphores n'appartenant pas à la même paire (par exemple B et D) (voir la Figure A.13).

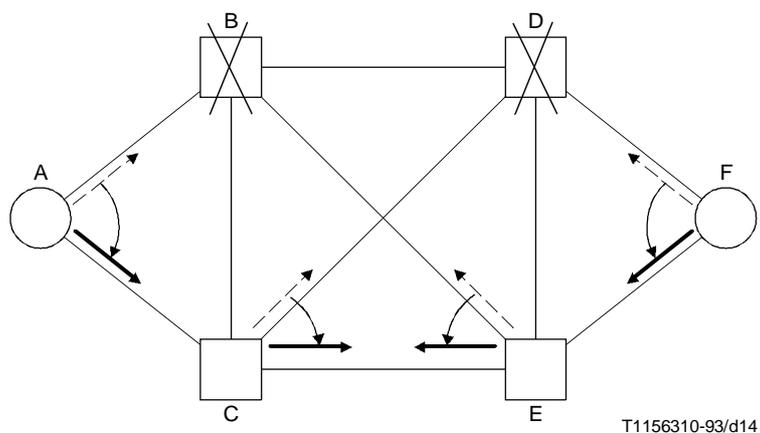


FIGURE A.13/Q.705
Défaillance des points de transfert sémaphores B et D

A la suite du dérangement de B, A détourne sur la liaison AC le trafic précédemment acheminé par la liaison AB, tandis que E détourne sur la liaison EC le trafic précédemment acheminé par la liaison EB. De la même façon, à la suite du dérangement de D, F détourne sur la liaison FE le trafic précédemment acheminé par la liaison FD, tandis que C détourne sur la liaison CE le trafic précédemment acheminé par la liaison CD.

Il est à noter que, dans cet exemple, tout le trafic entre A et F se concentre sur une seule liaison entre points de transfert sémaphores, puisque la défaillance d'un point de transfert sémaphore produit le même effet qu'une défaillance simultanée de tous les canaux sémaphores qui lui sont reliés.

Exemple 2: Défaillance de deux points de transfert sémaphores appartenant à la même paire (par exemple D et E) (voir la Figure A.14).

Cet exemple correspond à l'exemple 4 du A.3.3.3 en ce qui concerne du moins l'indisponibilité de F, mais dans ce cas, n'importe quel autre point sémaphore relié par ces liaisons à D et à E devient lui aussi inaccessible. En pareil cas, A arrête le trafic de signalisation destiné à F, alors que F arrête tout le trafic de signalisation de départ.

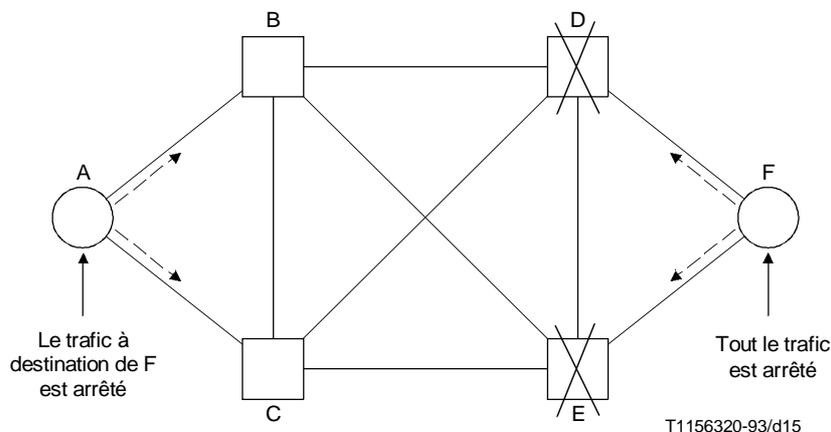


FIGURE A.14/Q.705

Défaillance des points de transfert sémaphores D et E

A.4 Actions relatives aux états de défaillance

Dans les paragraphes qui suivent, on expose quatre exemples types de l'application des procédures de gestion du réseau sémaphore aux cas de défaillance présentés au A.3.3. Dans le cas de défaillances multiples, on a choisi aux fins d'illustration un ordre arbitraire d'apparition des dérangements (et des rétablissements).

A.4.1 Exemple 1: Défaillance d'une liaison entre un point sémaphore et un point de transfert sémaphore (par exemple liaison AB) (voir la Figure A.15/Q.705)

(Voir A.3.3.2, exemple 1.)

A.4.1.1 Défaillance de la liaison AB

- Lorsque la défaillance de la liaison AB est détectée en A et en B, ces points déclenchent la procédure de passage sur canal sémaphore de secours, par échange des messages appropriés via C. Une fois la mémoire tampon mise à jour, A fait redémarrer sur la liaison AC, le trafic précédemment acheminé par la liaison défaillante. De la même façon B fait redémarrer sur la liaison BC le trafic destiné à A.
- En outre, B envoie à C un message de transfert interdit se rapportant à la destination A (conformément aux critères indiqués dans 13.2.2/Q.704).
- A la réception du message de transfert interdit, C commence l'émission périodique, à destination de B, de messages de test de faisceau de routes sémaphores concernant A (voir 13.5.2/Q.704).

A.4.2.1 Défaillance du point de transfert sémaphore D

- a) La procédure de passage sur canal sémaphore de secours est déclenchée aux points sémaphores B, C et F à partir des liaisons bloquées BD, CD et FD, sur les liaisons de secours de première priorité BE, CE et FE respectivement. En raison de la défaillance de D, les points sémaphores concernés ne recevront pas en réponse de message d'accusé de réception de passage sur canal sémaphore de secours et, par conséquent, à l'expiration du temps T2, ils feront redémarrer le trafic sur les liaisons de secours (voir 5.7.2/Q.704). En outre, E enverra à B, C et F des messages de transfert interdit se rapportant à la destination D. Ces points (B, C et F) commenceront donc à envoyer périodiquement à E des messages de test de faisceau de routes sémaphores se rapportant à D.
- b) Lorsque B reçoit de E un message de transfert interdit se rapportant à D, il met à jour son information d'acheminement de manière à ce que le trafic à destination de D puisse être détourné sur C; en conséquence, un message de transfert interdit se rapportant à D est envoyé à C. Cela s'applique également à C, lequel envoie à B un message de transfert interdit.
- c) Ainsi, lorsque B reçoit un message de transfert interdit de C, il constate que la destination D est devenue inaccessible et envoie un message de transfert interdit à A. Cela s'applique également à C, qui, en conséquence, envoie lui aussi un message de transfert interdit à A. Après avoir reçu des messages de transfert interdit de B et de C, A reconnaît que D est devenu inaccessible et arrête tout trafic à destination de D.
- d) De la même manière, c'est-à-dire par la transmission, liaison par liaison, de messages de transfert interdit se rapportant à D, les autres points sémaphores B, C, E et F reconnaissent finalement que la destination D est devenue inaccessible. Chacun des points sémaphores commence donc à émettre périodiquement vers ses points sémaphores adjacents respectifs des messages de test de faisceau de routes sémaphores se rapportant à D.

A.4.2.2 Rétablissement du point de transfert sémaphore D

- a) Les points sémaphores B, C et E envoient des messages de redémarrage de trafic autorisé au point sémaphore D dès que celui-ci devient accessible.
- b) Le point de transfert sémaphore D diffuse les messages de redémarrage de trafic autorisé à tous les points sémaphores adjacents après l'arrêt ou l'expiration de la temporisation T20 (voir 16.8/Q.704).
- c) Le retour sur canal sémaphore normal aux points sémaphores B, C et F à partir des canaux de secours est exécuté. Dans chacun des trois cas, la procédure de retour temporisé est utilisée (voir 6.4/Q.704), étant donné que D est encore inaccessible par E à partir de B, C et F (par suite de la réception du message de transfert interdit en provenance de E).
- d) E envoie à B, C et F des messages d'ordre de transfert autorisé se rapportant à la destination D. Ainsi, ces points sémaphores envoient des messages de transfert autorisé à leurs points sémaphores adjacents respectifs. De la sorte, la transmission canal par canal de messages de transfert autorisé indique à tous les points sémaphores que la destination D est devenue accessible.
- e) A la réception d'un message de transfert autorisé, chaque point sémaphore arrête l'envoi périodique de messages de test de faisceaux de routes sémaphores à leurs points sémaphores adjacents respectifs.
- f) Lors du rétablissement des liaisons précédemment indisponibles BD, CD et FD, les points sémaphores B, C et F redémarrent tout le trafic normalement acheminé par le point de transfert sémaphore D après que la temporisation T21 (voir 16.8/Q.704) soit arrêtée ou ait expiré. (Ils feraient le redémarrage de tout trafic aboutissant en D si D avait une fonction de point terminal en plus de son rôle de STP, dès que D redeviendrait accessible, c'est-à-dire après l'essai réussi du canal sémaphore en direction de D.)

A.4.3 Exemple 3: Défaillance de la liaison entre un point sémaphore et un point de transfert sémaphore et de la liaison entre ce point de transfert sémaphore et celui de la même paire (par exemple DF, DE) (voir la Figure A.17)

(Mêmes considérations que pour l'exemple 1 du A.3.3.3.)

A.4.3.1 Défaillance de la liaison DE

En cas de défaillance de la liaison DE, celle-ci est indiquée comme étant indisponible aux points de transfert sémaphores D et E. Etant donné qu'en l'absence de défaillances, la liaison DE n'achemine aucun trafic de signalisation, à ce moment aucun changement n'intervient dans l'acheminement des messages.

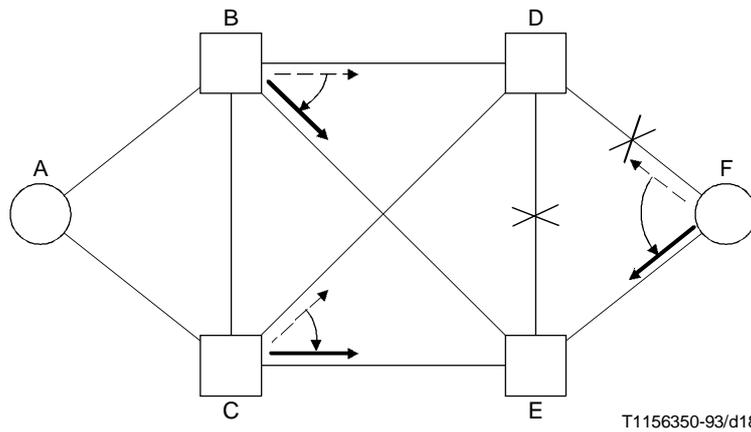


FIGURE A.17/Q.705
Défaillance des liaisons DE et DF

Toutefois, D et E envoient aux points sémaphores B, C et F des messages de transfert interdit se rapportant respectivement aux destinations E ou D. Ces points sémaphores commenceront, en conséquence, à envoyer périodiquement à E et à D respectivement des messages de test de faisceau de routes sémaphores, se rapportant à D ou E.

A.4.3.2 Défaillance de la liaison DF en présence d'une défaillance de la liaison DE

- a) En cas de défaillance de la liaison DF, les opérations suivantes sont déclenchées:
 - i) le point sémaphore D qui n'a plus accès au point sémaphore F indique cette situation aux points de transfert sémaphores B et C par envoi de messages de transfert interdit. En conséquence, B et C enverront périodiquement à D des messages de test de faisceau de routes sémaphores, se rapportant à F;
 - ii) la procédure de passage d'urgence sur canal sémaphore de secours de la liaison FD à la liaison FE est déclenchée au point sémaphore F, puisque D devient inaccessible pour F en raison également de la défaillance précédente.
- b) A la réception des messages de transfert interdit, la procédure de passage sous contrainte sur une route de secours est déclenchée aux points B et C. Le trafic destiné à F est ainsi détourné des liaisons se terminant en D sur les liaisons se terminant en E. Le passage sous contrainte sur une route de secours permet ainsi le rétablissement à partir d'une condition de défaillance causée par une faute dans une partie éloignée du réseau.

A.4.3.3 Rétablissement de la liaison FD en présence d'une défaillance de la liaison DE

- a) Après rétablissement de la liaison FD, les opérations suivantes sont déclenchées:
 - i) le point sémaphore D envoie à B et à C un message de transfert autorisé pour indiquer qu'il a de nouveau accès à F. B et C cesseront donc d'envoyer à D des messages de test de faisceau de routes sémaphores se rapportant à F;
 - ii) F déclenche la procédure de retour temporisé de la liaison FE sur la liaison FD. Cette procédure permet d'effectuer à une extrémité d'une liaison le retour sur canal sémaphore normal, lorsqu'il est impossible d'informer l'autre extrémité (en l'occurrence, parce que la liaison DE n'est pas disponible). En pareil cas, le trafic continue à être acheminé sur la liaison de secours jusqu'à l'expiration d'un intervalle de temps, de manière à réduire les risques d'arrivée hors séquence des messages (voir 6.4/Q.704).
- b) A la réception du message de transfert autorisé, la procédure de retour sous contrôle sur route normale est déclenchée aux points B et C des routes de secours (BEF, CEF) sur les routes normales (BDF, CDF). Le retour sous contrôle sur route normale comporte après un intervalle de temps provisoirement fixé à une seconde le détournement du trafic sur une route redevenue disponible (voir 8.2.1/Q.704), et ceci pour réduire au minimum le risque d'arrivée hors séquence des messages.

A.4.3.4 Rétablissement de la liaison DE

Après rétablissement de la liaison DE, celle-ci est indiquée comme disponible aux points de transfert sémaphores D et E. Les points sémaphores D et E envoient à B, C et F des messages de transfert autorisé se rapportant à la destination E ou à la destination D respectivement. Ces points de transfert sémaphores cesseront ainsi d'envoyer des messages de test de faisceau de routes sémaphores.

A.4.4 Exemple 4: Défaillance des liaisons DF et EF (voir la Figure A.18)

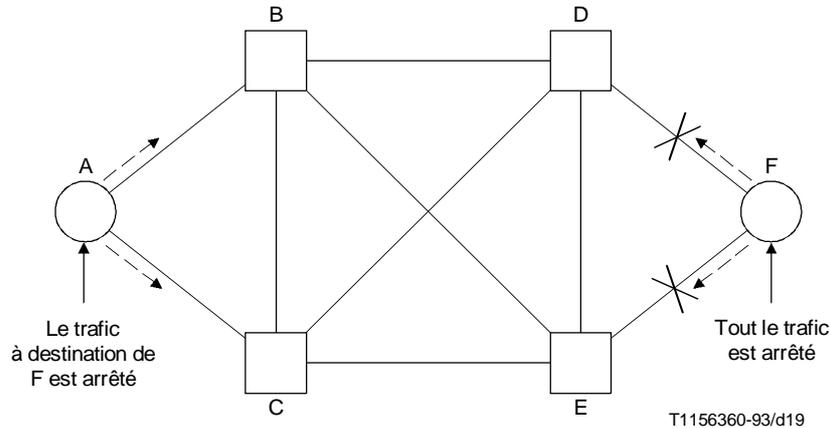


FIGURE A.18/Q.705

Défaillance des liaisons DF et EF

A.4.4.1 Défaillance de la liaison DF

Lors d'une défaillance de la liaison DF, D et F déclenchent la procédure de passage sur canal sémaphore de secours; D détourne le trafic destiné à F sur la liaison DE, alors que F concentre tout le trafic de départ sur la liaison FE.

De plus, D envoie à E un message de transfert interdit, se rapportant à la destination F; E commencera ainsi à envoyer vers D des messages de test de faisceau de routes sémaphores, se rapportant à F (voir A.4.1.1).

A.4.4.2 Défaillance de la liaison EF en présence d'une défaillance de la liaison DF

- a) Après détection de la défaillance de la liaison EF, la procédure suivante est appliquée:
 - i) étant donné que toutes les destinations deviennent inaccessibles, F cesse d'envoyer tout trafic de signalisation;
 - ii) E envoie à B, C et D un message de transfert interdit se rapportant à la destination F. B, C et D commencent à envoyer périodiquement à E des messages de test de faisceau de routes sémaphores se rapportant à F.
- b) Lorsque D reçoit le message de transfert interdit, il envoie à B et à C un message de transfert interdit se rapportant à la destination F [voir 13.2.2 ii/Q.704]. B et C commencent à envoyer périodiquement à D des messages de test se rapportant à F.
- c) Lorsque B reçoit les messages de transfert interdit en provenance de D et de E, il envoie un message de transfert interdit à C; cela s'applique également à C (qui envoie le message à B). Dès que B et C ont reçu les messages de transfert interdit des trois routes possibles (BD, BE et BC, ou CD, CE et CB respectivement), ils envoient à A un message de transfert interdit.

NOTE – Selon l'ordre de réception des messages de transfert interdit en B ou C, ceux-ci peuvent déclencher une procédure de passage sous contrainte sur une route de secours qui n'a pas encore été déclarée indisponible; une telle procédure est interrompue dès qu'un message de transfert interdit est également reçu de cette route.

- d) Dès que A reçoit de B et C les messages de transfert interdit, il déclare la destination F inaccessible et cesse d'envoyer du trafic vers cette destination. En outre, il commence à envoyer périodiquement à B et à C des messages de test de faisceau de routes sémaphores se rapportant à F.

A.4.4.3 Rétablissement de la liaison EF en présence d'une défaillance sur la liaison DF

- a) Après rétablissement de la liaison EF, la procédure suivante est appliquée:
 - i) Le point sémaphore F fait redémarrer le trafic sur la liaison rétablie EF.
 - ii) E envoie à B, C et D un message de transfert autorisé, se rapportant au point de destination F; de plus, il fait redémarrer le trafic sur la liaison rétablie.
- b) Lorsque B et C reçoivent le message de transfert autorisé, ils envoient un message de transfert autorisé à A et C, ou à A et B respectivement, et ils cessent d'envoyer à E des messages de test de faisceau de routes sémaphores; en outre, ils recommencent à envoyer le trafic concerné sur les liaisons BE ou CE respectivement.
- c) Lorsque D reçoit le message de transfert autorisé de E, il envoie des messages de transfert autorisé à B et C; il cesse d'envoyer des messages de test de faisceau de routes sémaphores à E; en outre, il commence à envoyer le trafic concerné sur la liaison DE. A la réception du message de transfert autorisé, B et C détournent sur les liaisons BD et CD, par application d'une procédure de passage sous contrainte sur route de secours, le trafic transmis sur les liaisons BE et CE et pour lequel ces liaisons sont les liaisons normales (voir A.3.3). De plus, ils cessent d'émettre vers D des messages de test de faisceau de routes sémaphores.

NOTE – Selon les règles énoncées au 13.3.2/Q.704, dès réception du message de transfert autorisé en provenance de E [phase b) ci-dessus], B et C doivent envoyer des messages de transfert autorisé également à D et E. Toutefois, cette disposition n'est pas appropriée dans les configurations de réseau comme celle qui est considérée ici, en raison des considérations suivantes:

- il n'existe pas de route, par exemple, de D (ou E) vers F via B (ou C); en conséquence, les messages de transfert autorisé ne seraient pas pris en considération par D et E;
 - au moment du redémarrage du trafic vers F sur les liaisons BD, BE, CD et CE, il serait nécessaire de toute façon que B et C envoient vers D et E des messages de transfert interdit, ce qui serait en contradiction avec les messages de transfert autorisé antérieurs.
- d) Dès que A reçoit un message de transfert autorisé de B ou de C, il recommence à envoyer le trafic de signalisation à B ou à C. Si le trafic a déjà repris sur une liaison lorsque le message de transfert autorisé est reçu sur l'autre liaison, une procédure de retour sur canal sémaphore normal s'effectue pour rétablir la situation normale d'acheminement sur les deux liaisons (c'est-à-dire pour détourner une partie du trafic sur cette dernière liaison).

A.4.4.4 Rétablissement de la liaison DF

Après rétablissement de la liaison DF, la procédure suivante est appliquée:

- a) D déclenche la procédure de retour sur canal sémaphore normal vers la liaison DF; de plus, il envoie à E un message de transfert autorisé se rapportant à la destination F;
- b) F envoie à D un message de test de faisceau de routes sémaphores, se rapportant aux points de destination auxquels il a normalement accès par l'intermédiaire de D. Il déclenche la procédure de retour sur canal sémaphore normal vers la liaison DF; cette procédure ne se rapporte qu'au trafic pour lequel la liaison DF est la liaison normale, conformément aux règles d'acheminement.

A.5 Note émanant du forum des responsables de la mise en œuvre, pour l'explication du partage de charge

A.5.1 Généralement, en un point sémaphore donné, afin d'améliorer la répartition du trafic vers une destination déterminée, le partage de charge entre faisceaux de canaux sémaphores se fera sur la base d'une partie du domaine de sélection du canal sémaphore différente de celle qui sert au partage de charge entre les canaux sémaphores du faisceau choisi. Dans l'exemple présenté à la Figure 5/Q.704, si le faisceau DF contient plusieurs canaux sémaphores, le bit le moins significatif du domaine de sélection du canal sémaphore n'est pas utilisé pour le partage du trafic entre les canaux sémaphores du faisceau DF. Les mêmes principes sont applicables au faisceau DE.

A.5.2 Au point sémaphore d'origine, on suppose que pour une relation sémaphore donnée, les valeurs du domaine de sélection du canal sémaphore sont réparties équitablement et que le trafic est partagé, sur cette base, entre les faisceaux appropriés et entre les canaux sémaphores de chaque faisceau. En général, pour obtenir ce qui précède, il est nécessaire d'établir, pour chaque nombre de faisceaux et pour chaque nombre de canaux sémaphores, sur lesquels le trafic doit être réparti, une règle de partage de charge différente. L'objectif est d'atteindre, pour une relation sémaphore

donnée, le meilleur équilibre de trafic possible entre les faisceaux et entre les canaux sémaphores de chaque faisceau, en se basant sur le domaine de sélection du canal sémaphore, sur le nombre de faisceaux et sur le nombre de canaux sémaphores de chacun des faisceaux. On peut obtenir cet équilibre du trafic si la partie invariante du domaine de sélection du canal sémaphore est prise en considération dans les règles de partage de charge.

A.5.3 En un point de transfert sémaphore, pour une relation sémaphore donnée, les valeurs du domaine de sélection du canal sémaphore peuvent ne pas être réparties équitablement (voir la Figure 5/Q.704, point de transfert sémaphore E). Un ensemble de règles de partage de charge, différentes de celles qui s'appliquent aux points sémaphores d'origine, peuvent être établies pour couvrir cette possibilité. Là encore, ces règles reposent sur le domaine de sélection du canal sémaphore, sur le nombre de faisceaux et sur le nombre de canaux sémaphores de chaque faisceau, mais tiennent compte du fait qu'une partie déterminée du domaine de sélection du canal sémaphore est invariante. Cette partie invariante peut être différente en différents points de transfert sémaphores. Lorsque les messages de signalisation, correspondant à différentes relations sémaphores, arrivent à un point de transfert sémaphore déterminé et n'ont pas la même partie invariante du domaine de sélection du canal sémaphore, il peut en résulter, pour une relation sémaphore donnée, une répartition inégale du trafic entre les faisceaux et entre les canaux sémaphores de chaque faisceau.