

Union internationale des télécommunications

UIT-T

G.7042/Y.1305

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(03/2006)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Données sur couche Transport – Aspects génériques –
Généralités

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE
L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION

Aspects relatifs au protocole Internet – Transport

**Système d'ajustement de capacité de liaison
(LCAS) pour signaux virtuels concaténés**

Recommandation UIT-T G.7042/Y.1305



RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
Généralités	G.7000–G.7099
Aspects commande des réseaux de transport	G.7700–G.7799
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

Recommandation UIT-T G.7042/Y.1305

Système d'ajustement de capacité de liaison (LCAS) pour signaux virtuels concaténés

Résumé

La présente Recommandation spécifie une méthode permettant de modifier (c'est-à-dire d'augmenter ou de diminuer) de manière dynamique la capacité d'un conteneur transporté dans un réseau de transport générique (par exemple, un réseau SDH/OTN par concaténation virtuelle). En général, cette modification de capacité n'a pas d'incidence sur le trafic. Par ailleurs, cette méthode offre en outre des capacités de survie, diminuant automatiquement la capacité si un membre rencontre une panne dans le réseau et l'augmentant lorsque la panne du réseau aura été réparée.

Source

La Recommandation UIT-T G.7042/Y.1305 a été approuvée le 29 mars 2006 par la Commission d'études 15 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

Mots clés

Concaténation virtuelle, hiérarchie numérique synchrone, réseau de transport optique, système d'ajustement de capacité de liaison.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives.....	1
3	Termes et définitions	1
4	Abréviations.....	2
5	Conventions	2
6	Système LCAS pour concaténation virtuelle.....	3
6.1	Méthode.....	3
6.2	Paquet de commande.....	3
6.3	Augmentation de la capacité d'un groupe VCG (adjonction de Membre(s)).....	7
6.4	Diminution de la capacité d'un groupe VCG: retrait temporaire d'un ou plusieurs membres par la procédure LCAS.....	7
6.5	Diminution de la capacité du groupe VCG = retrait (permanent) de membre(s).....	8
6.6	Interfonctionnement entre systèmes LCAS et non-LCAS	9
6.7	Connexions asymétriques.....	9
6.8	Connexions symétriques.....	10
	Annexe A – Protocole du système LCAS	11
A.1	Protocole LCAS.....	11
A.2	Subdivision du protocole LCAS.....	13
A.3	Diagramme d'états du membre(i) dans le groupe virtuel concaténé.....	16
A.4	Diagrammes d'états des procédures.....	18
A.5	Diagramme d'état pour le groupe VCG.....	21
	Appendice I – Chronogrammes séquentiels (TSD) du système LCAS	24
I.1	Nomenclature	24
I.2	Système de numérotation	24
I.3	Préconfiguration	24
I.4	Commandes	24
	Appendice II – Modifications non transparentes de la largeur de bande durant les périodes de mise en garde	33
II.1	Introduction	33
II.2	Suppression d'un membre du groupe au niveau de la source	33
II.3	Apparition de conditions de dégradation TSD lors de la réalisation de commandes d'adjonction (ADD).....	33
II.4	Amélioration de la procédure de mise en garde (HO).....	33

Recommandation UIT-T G.7042/Y.1305

Système d'ajustement de capacité de liaison (LCAS) pour signaux virtuels concaténés

1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie un système d'ajustement de capacité de liaison qu'il convient d'utiliser afin d'augmenter ou de diminuer la capacité d'un conteneur transporté dans un réseau SDH/OTN par concaténation virtuelle. Par ailleurs, ce système diminuera automatiquement la capacité si un membre rencontre une panne dans le réseau et il l'augmentera lorsque la panne du réseau aura été réparée. Ce système est applicable à chaque membre d'un groupe de concaténation virtuelle.

La présente Recommandation définit les états requis du côté source et du côté puits de la liaison, ainsi que les informations de commande échangées mutuellement par la source et le puits de la liaison afin de permettre un redimensionnement dynamique du signal virtuel concaténé. Les champs d'information pratiquement utilisés afin d'acheminer les informations de commande dans le réseau de transport sont définis dans les Recommandations UIT-T qui les concernent, c'est-à-dire G.707/Y.1322 [1] et G.783 [3] pour la hiérarchie SDH ainsi que G.709/Y.1331 [2] et G.798 [4] pour les réseaux OTN.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2003), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*
- [2] Recommandation UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces pour le réseau de transport optique.*
- [3] Recommandation UIT-T G.783 (2006), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone.*
- [4] Recommandation UIT-T G.798 (2004), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements à hiérarchie numérique du réseau de transport optique.*
- [5] Recommandation UIT-T G.806 (2006), *Caractéristiques des équipements de transport – Méthodologie de description et fonctionnalité générique.*
- [6] Recommandation UIT-T Z.100 (2002), *SDL: langage de description et de spécification.*

3 Termes et définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 liaison: connexion de fonction de terminaison à fonction de terminaison dans un réseau. Une liaison peut être associée aux membres d'un groupe de concaténation virtuelle ainsi qu'à un tel groupe dans son ensemble.

3.2 membre: conteneur individuel de couche serveur qui appartient à un groupe de concaténation virtuelle.

3.3 groupe de concaténation virtuelle (VCG, *virtual concatenation group*): groupe de fonctions membres de terminaison de chemin colocalisées et connectées à la même liaison de concaténation virtuelle.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

CRC	contrôle de redondance cyclique
CTRL	mot de commande envoyé de source à puits
DNU	ne pas utiliser (<i>do not use</i>)
EOS	fin de séquence (<i>end of sequence</i>)
GID	identification de groupe (<i>group identification</i>)
HO	temps de mise en garde (<i>hold off</i>)
LCAS	système d'ajustement de capacité de liaison (<i>link capacity adjustment scheme</i>)
MFI	indicateur de multiframe (<i>multiframe indicator</i>)
MI	information de gestion (<i>management information</i>)
MST	statut de membre (<i>member status</i>)
MSU	statut de membre indisponible (<i>member status unavailable</i>)
MSU_L	statut de membre indisponible, critères validés par le système LCAS (<i>member signal unavailable, LCAS-enabled criteria</i>)
NORM	mode de fonctionnement normal
RS-Ack	réacquiescement de séquence (<i>re-sequence acknowledge</i>)
Sk	puits
So	source
SQ	indicateur de séquence (<i>sequence indicator</i>)
TSD	dégradation de signal de chemin (<i>trail signal degrade</i>)
VCG	groupe de concaténation virtuelle (<i>virtual concatenation group</i>)
WTR	attente avant rétablissement (<i>wait-to-restore</i>)
X _A	nombre réel de membres d'un circuit virtuel concaténé (<i>actual number of members of a virtual concatenated group</i>)
X _M	taille maximale d'un groupe virtuel concaténé (<i>maximum size of a virtual concatenated group</i>)
X _P	nombre de membres préconfigurés dans un groupe virtuel concaténé (<i>number of provisioned members in a virtual concatenated group</i>)

5 Conventions

L'ordre de transmission des informations dans tous les diagrammes de la présente Recommandation est d'abord de gauche à droite puis de haut en bas. A l'intérieur de chaque octet, le bit de plus fort poids fort est transmis en premier. Le bit de plus fort poids (bit 1) est indiqué à gauche dans tous les diagrammes.

6 Système LCAS pour concaténation virtuelle

6.1 Méthode

Le système LCAS contenu dans les fonctions d'adaptation par concaténation virtuelle de source et de puits offre un mécanisme de commande permettant d'augmenter ou de diminuer de façon transparente la capacité d'une liaison de groupe VCG à répondre aux besoins d'une application en termes de largeur de bande. On ne peut modifier de façon transparente la largeur de bande que si la transmission des membres actifs appartenant au groupe VCG – avant et après la modification de la largeur de bande – se fait sans erreur (voir les détails à l'Appendice II). Il offre également la possibilité de supprimer temporairement des liaisons membres qui ont subi une panne. Le système LCAS part du principe qu'en cas d'ajustement de capacité (création, augmentation, diminution ou suppression), la construction ou la destruction du conduit de bout en bout de chaque membre individuel relève de la responsabilité des systèmes de gestion de réseau et d'élément. L'augmentation ou la diminution de la capacité du groupe VCG peut être effectuée à l'une ou l'autre des extrémités.

6.2 Paquet de commande

La synchronisation des modifications apportées à la capacité de l'émetteur (So) et du récepteur (Sk) doit être effectuée par un paquet de commande. Chaque paquet de commande décrit l'état de la liaison au cours du paquet de commande *suivant*. Les modifications sont envoyées par avance, de façon que le récepteur puisse passer à la nouvelle configuration dès que celle-ci arrive.

Le paquet de commande se compose de champs réservés à une fonction spécifique. Il contient des informations envoyées de So à Sk ainsi que des informations envoyées de Sk à So. Voir également la Figure 1.

Dans le sens direct, de So à Sk:

- champ d'indicateur de multitrames (MFI, *multiframe indicator*);
- champ d'indicateur de séquence (SQ);
- champ de commande (CTRL, *control*);
- bit d'identification de groupe (GID, *group identification*).

Dans le sens inverse, de Sk à So:

- champ de statut de membre (MST, *member status*);
- bit de réacquiescement de séquence (RS-Ack, *re-sequence acknowledge*).

NOTE 1 – Les champs MST et RS-Ack sont identiques dans les paquets de commande de tous les membres du groupe VCG.

Dans les deux sens:

- champ CRC;
- bits inutilisés, qui sont réservés et mis à "0".

NOTE 2 – Pour autoriser des relations de synchronisations cohérentes, on suppose que les paquets de commande du système LCAS sont traités au niveau du récepteur après correction de la différence de temps de propagation.

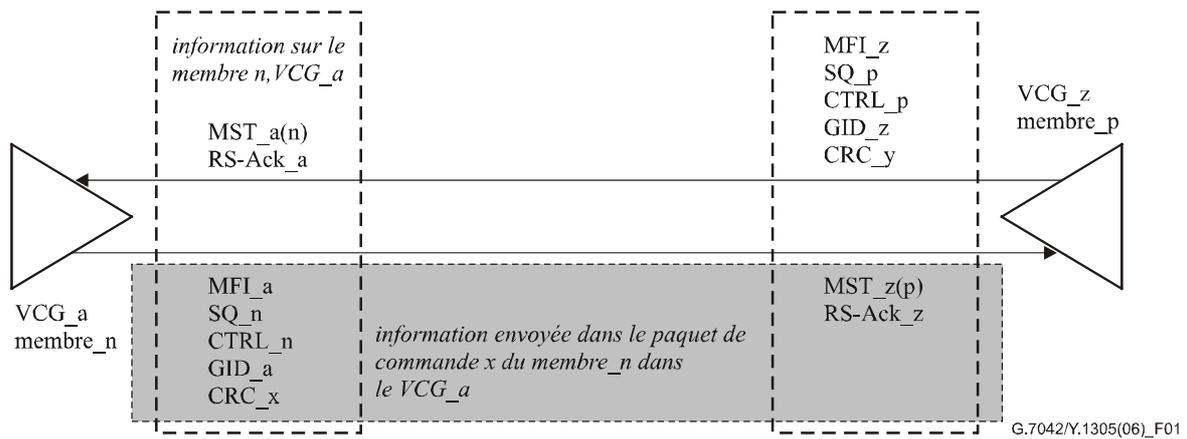


Figure 1/G.7042/Y.1305 – Attribution d'information dans un paquet de commande

6.2.1 Champ d'indicateur de multitrames (MFI)

Du côté So, le champ d'indicateur MFI est égal pour tous les membres du groupe VCG. Du côté Sk, le champ MFI doit être utilisé afin de réaligner la capacité utile pour tous les membres du groupe. L'indicateur MFI sert à déterminer le retard différentiel entre les membres du même groupe VCG. Voir la Rec. UIT-T G.806 pour plus de précisions.

6.2.2 Champ d'indicateur de séquence (SQ)

Ce champ contient le numéro de séquence attribué à un membre spécifique. Chaque membre du même groupe VCG reçoit un numéro de séquence unique, à partir de 0, comme dans les Recommandations relatives à la concaténation virtuelle (Recommandations UIT-T G.707/Y.1322 [1] et G.709/Y.1331 [2]).

Le champ SQ est ignoré du côté Sk pour les membres qui envoient le mot de commande IDLE dans le champ de commande.

Le champ SQ d'un membre du groupe VCG qui envoie un message IDLE dans le champ de commande doit être mis à la valeur la plus élevée possible.

6.2.3 Champ de commande (CTRL)

Le champ de commande sert à transférer des informations de So à Sk. Il doit être utilisé afin de synchroniser le récepteur Sk avec l'émetteur So. Il indique le statut de chaque membre du groupe.

Tableau 1/G.7042/Y.1305 – Mots de commande d'ajustement LCAS

Valeur msb...lsb	Mot de commande	Remarques
0000	FIXED	Ce mot de commande indique que cette extrémité utilise une largeur de bande fixe (mode non-LCAS)
0001	ADD	Le membre considéré est sur le point d'être ajouté au groupe
0010	NORM	Transmission normale
0011	EOS	Indication de fin de séquence et transmission normale
0101	IDLE	Ce membre ne fait pas partie du groupe ou est sur le point d'en être retiré
1111	DNU	Ne pas utiliser (la capacité utile) car le côté Sk a signalé un état FAIL

Lors de la création d'une source de groupe VCG, tous les membres doivent envoyer le message CTRL = IDLE jusqu'à ce qu'ils soient ajoutés au groupe VCG (et envoient un message CTRL = ADD).

6.2.4 Bit d'identification de groupe (GID)

Cet identificateur sert à l'identification du groupe VCG. Le bit GID de tous les membres du même VCG a la même valeur dans les paquets de commande contenant le même indicateur MFI.

L'identificateur GID donne au récepteur la possibilité de vérifier que tous les membres qui arrivent proviennent d'un même émetteur. Le contenu est pseudo-aléatoire mais le récepteur n'est pas tenu de se synchroniser avec le flux entrant. La séquence pseudo-aléatoire utilisée est $2^{15}-1$.

6.2.5 Champ de contrôle CRC

Un code CRC est utilisé afin de simplifier la validation des changements dans le préfixe de concaténation virtuelle et de protéger chaque paquet de commande. Le contrôle CRC est exécuté sur chaque paquet de commande dès sa réception et son contenu est rejeté si le test échoue. Si le paquet de commande passe le test CRC, son contenu est immédiatement utilisé. Afin de simplifier le verrouillage de multitrames de l'indicateur MFI, il est permis de ne pas tenir compte du résultat du contrôle CRC du paquet de commande pour l'élément MFI soumis au contrôle CRC de manière que le processus de verrouillage de multitrames puisse utiliser l'élément MFI de manière équivalente dans le cas du traitement de concaténation virtuelle non-LCAS.

6.2.5.1 Processus de multiplication/division du champ de contrôle CRC

Les bits du paquet de commande peuvent être considérés comme les coefficients d'un polynôme dans lequel le premier bit à transmettre dans le paquet de commande est le bit de plus fort poids. Un bloc CRC- n particulier constitue le reste, après multiplication de tous les bits d'un paquet de commande par x^n , de la division (modulo 2) par le polynôme générateur spécifique de l'application. Le reste est un polynôme de degré $(n - 1)$ ou plus.

Si l'on représente le contenu du bloc par un polynôme, le premier bit du bloc (le bit 1) doit être considéré comme le bit de poids le plus élevé. Par conséquent, C_1 est par définition le bit de plus fort poids du reste et C_n le bit de plus faible poids.

6.2.5.2 Procédure de codage CRC

Le paquet de commande est considéré comme étant statique. Autrement dit, la somme de contrôle CRC- n peut être calculée *a priori* sur le paquet de commande.

La procédure de codage est la suivante:

- i) les bits CRC- n du paquet de commande sont remplacés par des zéros binaires;
- ii) le paquet de commande est ensuite soumis au processus de multiplication/division mentionné au § 6.2.5.1;
- iii) le reste du processus de multiplication/division est introduit à l'emplacement CRC- n du paquet de commande.

Les bits CRC- n générés n'affectent pas le résultat du processus de multiplication/division, parce que, telles qu'indiquées en i) ci-dessus, les positions binaires CRC- n sont initialement mises à 0 au cours de processus de multiplication/division.

6.2.5.3 Procédure de décodage CRC

La procédure de décodage est la suivante:

- i) un paquet de commande reçu est soumis au processus de division mentionné au § 6.2.5.1;
- ii) si le reste calculé dans le décodeur est nul, on suppose alors que le paquet de commande contrôlé est exempt d'erreur.

6.2.6 Champ de statut de membre (MST, *member status field*)

Des informations au sujet du statut de tous les membres du même VCG sont acheminées dans le sens Sk à So dans le champ MST par des signaux de membre avec le mot de commande ADD, NORM, EOS ou DNU.

Ce champ signale le statut de membre dans le sens Sk à So avec deux états: OK ou FAIL (1 bit de statut par membre). OK = 0, FAIL = 1. Puisque chaque paquet de commande contient seulement un nombre limité de bits destinés à la transmission du champ MST, cette information est répartie dans plusieurs paquets de commande, une multiframe MST.

La quantité de membres d'un groupe VCG peut être exprimée par tout nombre compris dans la gamme attribuée (par exemple, de 0 à 255 pour l'ordre supérieur en hiérarchie SDH). Elle peut être modifiée. Pour chaque membre, le récepteur Sk utilise le numéro SQ qu'il a reçu par l'émetteur So avec le numéro MST pour sa réponse à l'émetteur So. De cette façon, les valeurs du champ MST reçues par l'émetteur So correspondront toujours directement aux valeurs SQ qui ont été attribuées.

NOTE – Dans le mode non-LCAS, la fonction de récepteur est préconfigurée de façon à attendre un nombre fixe de membres.

Afin que le récepteur puisse déterminer le nombre de membres contenus dans le groupe VCG, nous appelons l'attention sur les points suivants. Le membre actif ayant la valeur la plus élevée en l'absence de panne indiquera la fin de séquence (EOS, *end of sequence*) dans le champ de commande. Le groupe VCG peut comporter d'autres membres ayant une valeur QS plus élevée à l'état DNU (ne pas utiliser).

Lors de la création d'un puits de groupe VCG, tous les membres doivent signaler un champ MST = FAIL. On observe une transition à l'état MST = OK lorsqu'un paquet de commande est reçu en provenance de ce membre avec un champ de commande ADD (ou NORM ou EOS après ajout de ce champ ou encore DNU après rétablissement suite à une défaillance du réseau). Tous les champs MST inutilisés et les membres qui ont un champ de commande à la valeur IDLE, doivent être mis à FAIL.

6.2.7 Bits de réacquiescement de séquence (RS-Ack, *re-sequence acknowledge*)

En cas de modification des numéros de séquence des membres qui envoient dans le mot de commande CTRL un champ NORM, DNU ou EOS, ou lorsqu'une modification du nombre de ces membres est détectée par le récepteur Sk, il convient d'en informer l'émetteur So de chaque groupe VCG au moyen d'un basculement du bit RS-Ack (c'est-à-dire son passage de "0" à "1" ou de "1" à "0"). Les causes qui déclenchent le basculement du bit RS-Ack sont notamment les suivantes (voir aussi les diagrammes SDL pour une description détaillée de l'utilisation du bit RS-Ack):

- modification de l'indicateur de séquence SQ pour toute concaténation virtuelle du groupe VCG (détection par le récepteur Sk de la modification de l'indicateur de séquence SQ concernant les membres dans le champ, DNU, NORM ou EOS);
- CTRL = "ADD" → CTRL = "EOS" et/ou CTRL = "ADD" → CTRL = "NORM" (adjonction d'un ou de plusieurs membres);
- CTRL = "NORM" (ou "EOS") → CTRL = "IDLE" (diminution de la largeur de bande);
- CTRL = "DNU" → CTRL = "IDLE".

NOTE 1 – A la suite d'une commande ADD provenant de l'interface de gestion (c'est-à-dire au moment où une transition CTRL = IDLE → CTRL = ADD se produit), aucun bit RS-Ack ne doit être transmis. En fait, le bit RS-Ack ne doit être basculé que lorsqu'une modification de la séquence des membres faisant partie du groupe VCG est détectée dans le puits. Pendant la première phase de l'adjonction de nouveaux membres (passage de l'état IDLE à l'état ADD), quand bien même serait-il procédé à l'assignation d'un indicateur de séquence SQ, cette opération n'affectant pas encore le groupe VCG, un bit RS-Ack n'est pas nécessaire.

Le bit RS-Ack ne peut être basculé que lorsque le statut de tous les membres du groupe VCG a été évalué et la modification de séquence a été effectuée. Dans le cas où le bit RS-Ack n'est pas envoyé à l'émetteur So, la synchronisation entre le récepteur Sk et l'émetteur So est assurée par activation d'une temporisation RS-Ack (pendant les opérations nécessitant un réacquiescement de séquence ou une modification du numéro de séquence du membre d'un groupe VCG). L'expiration de la temporisation équivaut à la détection du bit RS-Ack basculé par l'émetteur So (voir la description du protocole SDL dans les Figures A.1 et A.7 pour de plus amples précisions). Le basculement du bit RS-Ack ou l'expiration de la temporisation RS-Ack indique qu'une nouvelle valeur MST peut être prise en considération. Cela signifie que les valeurs MST reçues dans le paquet de commande qui contient le bit RS-Ack et les valeurs MST reçues dans les paquets de commande suivants correspondent à la même séquence. L'émetteur So peut utiliser ce basculement comme indication du fait que la modification qu'il a lancée a été acceptée et réalisée et qu'il commencera à accepter de nouvelles informations MST.

NOTE 2 – Aucune nouvelle modification ne doit intervenir dans le groupe VCG, c'est-à-dire qu'aucun membre ne doit être ajouté ou retiré, avant réception du bit RS-Ack ou expiration de la temporisation RS-Ack pour la demande de modification active en cours.

6.3 Augmentation de la capacité d'un groupe VCG (adjonction de membre(s))

Lorsqu'un membre est ajouté, il doit recevoir un numéro de séquence dépassant d'une unité celui qui est actuellement le plus élevé avec la fin de séquence EOS ou le mot de commande DNU dans le code de commande CTRL. Si plusieurs membres sont ajoutés, chacun d'eux doit utiliser un numéro de séquence qui lui est propre, de façon à ce que la valeur reçue dans le champ MST soit propre à chaque membre supplémentaire.

A la suite d'une commande ADD, le premier membre à répondre par le champ MST = OK doit recevoir le prochain numéro de séquence le plus élevé. Il doit également modifier son code de commande CTRL de façon que la fin EOS coïncide avec le membre actuellement le plus élevé qui fait passer son code CTRL à la valeur NORM (ou reste à la valeur DNU).

NOTE – Lorsque le mot de commande CTRL = ADD est envoyé afin de lancer l'adjonction d'un nouveau membre, ce mot doit être envoyé de façon continue jusqu'à réception du champ MST = OK.

L'attribution des indicateurs de séquence est arbitraire si plusieurs (par exemple, x) membres sont ajoutés, si le champ MST = OK est simultanément reçu pour ces membres et si ceux-ci portent les x numéros de séquence suivant immédiatement le numéro de séquence actuellement le plus élevé (dont le code CTRL est EOS ou DNU). Les membres nouvellement ajoutés auront le code NORM ou EOS. Le code CTRL pour le membre actuellement le plus élevé passera de EOS à NORM (ou restera à DNU) tandis que, simultanément, le code CTRL du nouveau membre le plus élevé passe à EOS. Tous les codes CTRL des autres nouveaux membres seront mis à la valeur NORM.

6.3.1 Adjonction de capacité utile de membre(s)

Une étape finale d'adjonction de membre consiste à envoyer un message NORM ou EOS dans le mot de commande contenu dans le paquet de commande du préfixe de concaténation pour ce membre. La première trame de conteneur dans laquelle se trouvent les données de capacité utile pour le nouveau membre doit être celle qui suit immédiatement la trame de conteneur dans laquelle se trouvaient le ou les derniers bits (c'est-à-dire le code CRC) du paquet de commande contenant le champ de commande NORM ou EOS pour ce membre.

6.4 Diminution de la capacité d'un groupe VCG: retrait temporaire d'un ou plusieurs membres par la procédure LCAS

6.4.1 Retrait temporaire d'un membre

Lorsqu'un membre subit une panne dans le réseau lors de l'envoi d'un message NORM ou EOS, cet événement est détecté dans le récepteur Sk (MSU_L, TSD), qui envoie alors le message

MST = FAIL pour ce membre particulier. Un temps de mise en garde peut retarder l'envoi de ce message afin de limiter le nombre de basculements en cas de mécanismes de protection imbriqués. Dès détection du message MST = FAIL, l'émetteur So remplacera l'état NORM par un état DNU ou remplacera l'état EOS par un état DNU. Le membre actif avec le numéro de séquence le plus élevé enverra un message EOS dans le champ CTRL.

6.4.1.1 Retrait temporaire de la capacité utile d'un membre

Deux raisons peuvent justifier le retrait de la capacité utile d'un membre:

- si un message MSU_L est reçu, l'étape finale du retrait temporaire d'un membre consiste à supprimer la zone de capacité utile de ce membre dans le groupe VCG. Du côté Sk, le retrait commence immédiatement après la détection de la panne MSU_L. Du côté So, la dernière trame de conteneur dans laquelle se trouve la capacité utile du membre retiré doit être la trame de conteneur dans laquelle se trouvent le ou les derniers bits du paquet de commande contenant le premier champ de commande DNU. Les trames de conteneur suivants auront une zone de capacité utile uniquement composée de zéros. Dès réception par Sk du champ de commande DNU, la capacité utile de ce membre particulier ne doit pas être utilisée pour reconstruire la capacité utile d'origine du groupe VCG;
- si un message TSD est reçu, l'étape finale après rétablissement sur retrait temporaire consiste à commencer à utiliser de nouveau la zone de capacité utile de ce membre dans le groupe VCG. Du côté Sk, la zone de capacité utile de ce membre particulier continuera d'être utilisée pour reconstruire la capacité utile du groupe VCG. Les erreurs binaires dans la zone de capacité utile du membre doivent être traitées par la fonction d'adaptation serveur/client du côté Sk du groupe VCG. Du côté So, la dernière trame de conteneur dans laquelle se trouve la capacité utile du membre retiré doit être la trame de conteneur dans laquelle se trouvent le ou les derniers bits du paquet de commande contenant le premier champ de commande DNU. Les trames de conteneur suivantes auront une zone de capacité utile uniquement composée de ZÉROS. Dès réception par Sk du champ de commande DNU, la capacité utile de ce membre particulier est retirée du groupe VCG.

6.4.2 Restauration d'un membre retiré temporairement

Lorsque la panne ayant provoqué le retrait temporaire est relevée, cet événement est détecté dans le récepteur Sk, qui envoie alors le message MST = OK pour ce membre particulier. Un délai d'attente avant rétablissement peut retarder l'envoi de ce message afin d'éviter des effets indésirés dus à des pannes intermittentes. Dès détection du message MST = OK, l'émetteur So remplacera l'état DNU par un état NORM ou EOS puis le membre précédent, qui envoyait un code CTRL EOS, enverra un message NORM dans le champ CTRL.

6.4.2.1 Restauration de la capacité utile d'un membre retiré temporairement

L'étape finale après rétablissement sur retrait temporaire consiste à commencer à utiliser de nouveau la zone de capacité utile de ce membre. La première trame de conteneur dans laquelle se trouvent les données de capacité utile pour ce membre doit suivre immédiatement la trame de conteneur dans laquelle se trouvaient le ou les derniers bits du paquet de commande contenant le premier code CTRL NORM ou EOS pour ce membre.

6.5 Diminution de la capacité du groupe VCG = retrait (permanent) de membre(s)

Lorsque des membres sont supprimés, les numéros de séquence doivent être modifiés. Si le membre retiré définitivement possède le numéro de séquence le plus élevé de ce groupe, le membre actif qui possède le prochain numéro de séquence le plus élevé doit mettre à jour son champ de commande afin d'y insérer le code EOS dans son paquet de commande coïncidant avec celui du membre retiré définitivement contenant le champ de commande IDLE. Si le membre retiré définitivement possède le numéro de séquence le plus élevé de ce groupe et envoie "DNU" dans le champ de commande,

les champs de numérotation de séquence et de commande des autres membres du groupe resteront inchangés. Si le retrait permanent d'un membre se produit ailleurs qu'à l'extrémité la plus élevée de la séquence, les autres membres, possédant des numéros de séquence compris entre celui du membre retiré définitivement et le numéro le plus élevé de la séquence, doivent mettre à jour leurs indicateurs de séquence contenus dans leurs paquets de commande qui coïncident avec le paquet de commande modifiant le statut du membre retiré définitivement.

Il est à noter que si l'on procède à un retrait permanent de membres du côté du puits et si les membres retirés ne sont pas ceux recevant des signaux avec les numéros de champ SQ les plus élevés, certains des membres restants du côté du puits recevront des numéros du champ SQ plus élevés que les nouveaux attribués du côté du puits (jusqu'à ce que les membres soient également retirés de la source). Ce point n'est pas un état de panne.

NOTE – Le retrait permanent d'un membre actif du côté Sk entraînera une discontinuité des données reconstituées dans le cas où la temporisation de suppression est mise à la valeur "0" (zéro) (voir le § A.4.1 pour de plus amples détails), discontinuité qui durera à partir du retrait du membre (à partir de l'envoi du message MST = FAIL) jusqu'à réception du message DNU envoyé par l'émetteur So.

6.5.1 Suppression de capacité utile de membre(s)

Lorsqu'un membre est supprimé par l'envoi d'un champ de commande IDLE dans le paquet de commande contenu dans le préfixe de concaténation virtuelle pour ce membre, la dernière trame de conteneur dans laquelle le membre supprimé contient des données de capacité utile doit être celle qui contient le ou les derniers bits du paquet de commande contenant le champ de commande IDLE.

6.6 Interfonctionnement entre systèmes LCAS et non-LCAS

L'interfonctionnement entre concaténations virtuelles non-LCAS et LCAS peut être réalisé comme décrit aux § 6.6.1 et 6.6.2. Le numéro des membres du groupe VCG ne pourra être modifié que par préconfiguration.

6.6.1 Emetteur LCAS et récepteur non-LCAS

Un émetteur LCAS peut interfonctionner sans considération spéciale en mode non-LCAS avec un récepteur non-LCAS. L'émetteur LCAS placera les champs MFI et SQ comme indiqué dans les Recommandations UIT-T G.707/Y.1322 [1] et G.709/Y.1331 [2]. Le récepteur négligera tous les autres bits, c'est-à-dire les informations de préfixe LCAS.

Le statut de membre renvoyé du puits à la source sera toujours MST = OK.

6.6.2 Emetteur non-LCAS et récepteur LCAS

Un récepteur LCAS attend un mot CTRL autre que '0000' ainsi qu'un code CRC correct. Un émetteur non-LCAS enverra la valeur '0000' dans le champ CTRL du système LCAS, en plus du champ CRC. Lorsqu'un récepteur LCAS est en interfonctionnement avec un émetteur non-LCAS et qu'il reçoit les deux mots CTRL et CRC égaux à '0000', ce récepteur doit:

- négliger toutes les informations (sauf les champs MFI et SQ);
- utiliser la détection de panne MFI et SQ comme défini pour la concaténation virtuelle.

6.7 Connexions asymétriques

Le système LCAS part du principe général que les membres individuels d'un groupe virtuellement concaténé sont indépendants du sens de transmission. Cela implique une asymétrie de connexion, en ce sens que la largeur de bande du transport direct est indépendante de celle du transport inverse. Sur la base de cette asymétrie, les diagrammes SDL (langage de spécification et de description) présentés dans l'Annexe A et les diagrammes TSD (chronogrammes séquentiels) présentés dans l'Appendice I ne considèrent que la connectivité asymétrique.

6.8 Connexions symétriques

Ce point fera l'objet d'un complément d'étude.

Chaque membre constituant du groupe virtuellement concaténé possède un membre partenaire dans le sens inverse (comme dans le cas d'un canal bidirectionnel). Le statut d'un membre du côté puits n'est signalé qu'à son partenaire.

Si l'on souhaite conserver une connexion symétrique, cette caractéristique doit être préconfigurable à partir du système de gestion d'élément.

Annexe A

Protocole du système LCAS

A.1 Protocole LCAS

Le fonctionnement du système LCAS est unidirectionnel. En d'autres termes, il faut répéter la procédure dans le sens inverse afin d'ajouter ou de retrancher des membres dans les deux sens. Noter que ces actions sont indépendantes les unes des autres et qu'il n'est donc pas nécessaire qu'elles soient synchronisées. Lorsque la transmission des membres appartenant au groupe VCG se fait sans erreur, le système permet d'ajouter ou de retrancher de la largeur de bande sans discontinuité sous la commande d'un système de gestion. Par ailleurs, le système LCAS supprime de lui-même, à titre temporaire, les membres du groupe qui ont fait l'objet d'un dérangement. Lorsque l'état de panne a été relevé, le système LCAS réinsère le membre dans le groupe. Le retrait d'un membre en raison de pannes dans la couche de conduit ne sera généralement pas transparent pour le service acheminé par le groupe virtuel concaténé. L'adjonction autonome d'un membre à la suite de la réparation d'une panne est transparente.

Dans ce modèle, trois paramètres permettent de décrire le groupe virtuel concaténé de taille $-X_V$:

- 1) le paramètre X_M , qui indique la taille maximale du groupe virtuel concaténé. Ce paramètre est limité par les définitions propres à la technique mise en œuvre dans chaque réseau de transfert (Rec. UIT-T G.707/Y.1322 pour les réseaux SDH ou Rec. UIT-T G.709/Y.1331 pour les réseaux OTN, par exemple). Il peut être ramené à des valeurs encore plus basses dans certaines implémentations;
- 2) le paramètre X_P , qui indique le nombre de membres préconfigurés dans le groupe virtuellement concaténé. Chaque commande ADD[i] exécutée augmente X_P de 1 et chaque commande REMOVE[i] diminue X_P de 1. Par ailleurs, la relation $0 \leq X_P \leq X_M$ est applicable;
- 3) un paramètre X_A , qui indique le nombre réel de membres du groupe virtuel concaténé tel qu'il résulte de l'adjonction ou de la suppression autonome de membres par le protocole LCAS en cas de panne de membre individuel. La relation $0 \leq X_A \leq X_P \leq X_M$ est applicable.

Chacun de ces paramètres peut ensuite être qualifié de manière plus précise séparément: lorsqu'il est nécessaire d'indiquer pour l'un quelconque d'entre eux le traitement appliqué à l'extrémité source (émission) ou à l'extrémité puits (réception), on y ajoute alors, selon le cas, la lettre "T" (émission) ou la lettre "R" (réception). Par exemple, X_{PT} est le nombre de membres préconfigurés en direction de la source (émission) et X_{AR} est le nombre réel de membres en direction du puits (réception).

Pour chaque membre (X_{MT} fois), il existe un automate à états à l'extrémité source, qui sera dans l'un des cinq états suivants:

- 1) IDLE: le membre considéré n'est pas préconfiguré pour participer au groupe concaténé.
- 2) NORM: le membre est préconfiguré pour participer au groupe concaténé et dispose d'un bon conduit vers l'extrémité puits.
- 3) DNU: le membre est préconfiguré pour participer au groupe concaténé et dispose d'un conduit défectueux vers l'extrémité puits.
- 4) ADD: le membre est en cours d'adjonction au groupe concaténé.
- 5) REMOVE: le membre est en cours de retrait du groupe concaténé.

Pour chaque membre (X_{MR} fois), il existe un automate à états à l'extrémité puits, qui sera dans l'un des trois états suivants:

- 1) IDLE: le membre considéré n'est pas préconfiguré pour participer au groupe VCG.

- 2) OK: le signal entrant pour ce membre ne rencontre aucun état de panne (c'est-à-dire MSU_L) ou a reçu et acquitté une demande d'adjonction de ce membre. Lorsque le signal entrant est altéré (c'est-à-dire lorsqu'un message TSD est reçu), le membre conserve un état OK.
- 3) FAIL: le signal entrant pour ce membre rencontre un état de panne ou une demande entrante de retrait de membre a été reçue et acquittée.

Ces automates à états fonctionnent simultanément pour toutes les fonctions de source X_{MT} et fonctions de puits X_{MR} .

Afin d'indiquer les événements possibles dans les descriptions SDL, les conventions de notation suivantes sont utilisées:

- les cinq messages de commande suivants seront réexpédiés de l'extrémité source vers l'extrémité puits. Un membre réexpédiera toujours l'un de ces messages (de sorte qu'il y ait toujours X_{MT} messages transmis). Ces messages se rapportent au membre dans lequel le message est envoyé.
 - 1) F_{IDLE} = indication du fait que ce conteneur n'est pas actuellement membre du groupe et qu'aucune demande ADD n'est en instance;
 - 2) F_{ADD} = demande d'adjonction de ce membre au groupe;
 - 3) F_{DNU} = indication du fait que la capacité utile de ce membre du groupe ne doit pas être utilisée;
 - 4) F_{EOS} = indication du fait que ce membre possède le numéro de séquence le plus élevé parmi les membres actifs dans le groupe;
 - 5) F_{NORM} = indication du fait que ce membre est une partie normale du groupe et qu'il ne possède pas le numéro de séquence le plus élevé.
- C_{EOS} et C_{NORM} sont des messages allant (du côté source seulement) du membre(i) au membre(i-1) (qui est le précédent dans la séquence) afin d'indiquer que le champ de commande envoyé par le membre(i-1) doit être modifié comme demandé.
- R_{FAIL} et R_{OK} sont des messages allant du puits à la source au sujet du statut de l'extrémité puits de tous les membres. Les statuts de toutes les extrémités puits sont renvoyés à l'extrémité source dans les paquets de commande de chaque membre. L'extrémité source peut, par exemple, lire les informations issues du membre n1 puis, si ces informations sont indisponibles, lire celles du membre n2, etc. L'extrémité source utilisera le dernier statut valide qui a été reçu tant qu'aucune largeur de bande n'est pas communiquée en retour.
- M_{ADD} et M_{REMOVE} sont des messages issus du système de gestion afin d'ajouter ou de retrancher un membre. L'opération de retrait affecte un membre spécifique. L'adjonction d'un nouveau membre s'effectue toujours à la fin du groupe avec un nouveau numéro de séquence le plus élevé.
- R_{RS-ACK} est un bit utilisé pour acquitter la détection, du côté puits, d'une modification des numéros de séquence ou d'un changement du nombre de membres dans le groupe VCG. Cet acquittement sert à synchroniser la source et le puits et à éliminer l'influence des retards du réseau. En raison de la modification des numéros de séquence au moment d'une demande d'adjonction ou de retrait, le statut de membre reçu ne peut pas être utilisé pendant une période qui est déterminée par les retards de transmission et par les retards de verrouillage de trames.
- C_{RSQ} est un message allant (du côté source d'émission seulement) du membre(i) au membre(i+1) (qui est le suivant dans la séquence) afin d'indiquer que le numéro de séquence du membre(i+1) doit être diminué de 1.

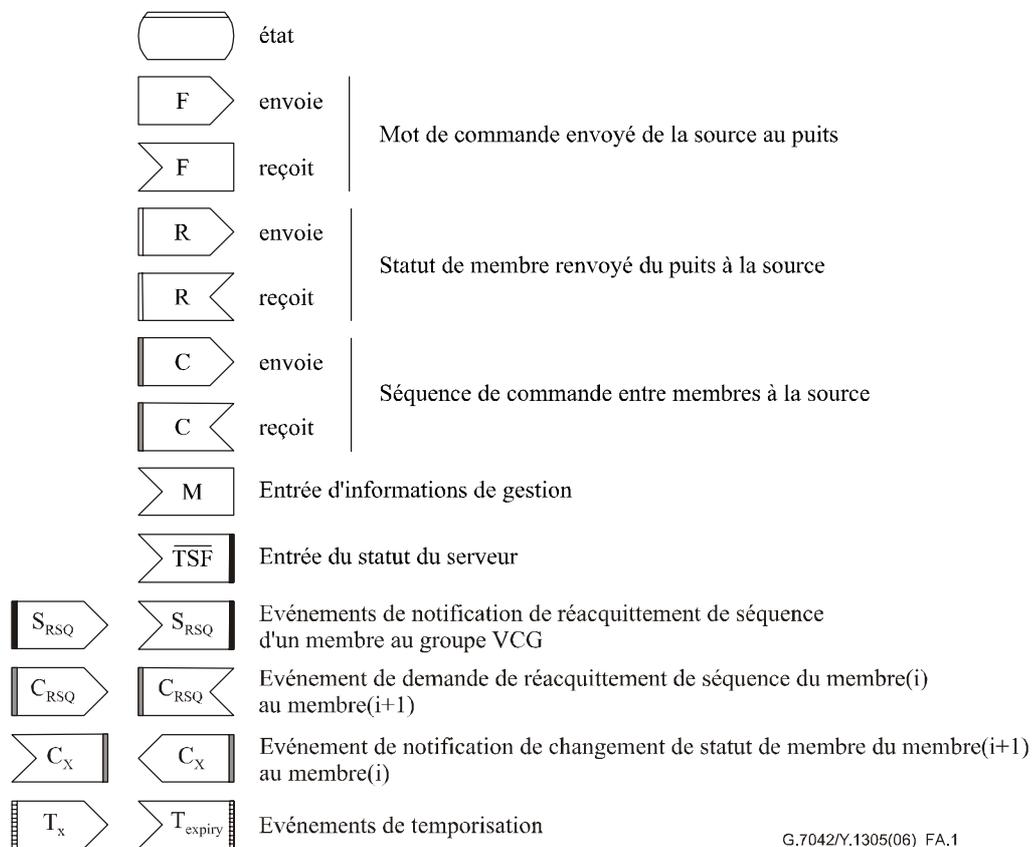
- S_{RSQ} est un message allant des automates à états des membres, à la fois côté source et côté puits, à l'automate à états du groupe VCG afin d'indiquer que les numéros de séquence ont été modifiés.

Le protocole LCAS est décrit dans des diagrammes SDL afin de détailler les transitions d'état.

Afin d'éviter un éventuel décalage entre S_o et S_k concernant les numéros de séquence et les statuts distants qui ont été reçus à leur sujet, le nombre X_p de membres préconfigurés contenus dans le groupe VCG n'est modifié que par commande de gestion.

Le numéro de séquence reçu immédiatement avant un signal de panne MSU_L sera utilisé pour la signalisation du statut de membre mais la capacité utile ne sera pas utilisée pour reconstruire le signal original. Si le membre défaillant est supprimé (par action du gestionnaire), il y aura une modification des numéros de séquence restants. Le remplacement d'un membre défaillant (dans l'état DNU) en raison d'une panne non réparable dans le réseau doit être effectué au moyen d'une séquence REMOVE_ADD.

Pour la description du protocole LCAS, les diagrammes SDL utilisent les conventions suivantes:



G.7042/Y.1305(06)_FA.1

Figure A.1/G.7042/Y.1305 – Légende du diagramme d'états

A.2 Subdivision du protocole LCAS

La fonctionnalité du protocole LCAS peut être subdivisée comme suit:

- une partie du protocole est exécutée du côté source du groupe VCG;
- une partie du protocole est exécutée du côté puits du groupe VCG.

Il convient de noter que le flux d'informations se fait de la source au puits pour chaque membre du groupe VCG, c'est-à-dire SQ, CTRL, CRC et MFI. Par définition, le flux d'informations allant du puits à la source est commun à tous les membres du groupe VCG.

Les flux permettent de faire une subdivision supplémentaire:

- la partie assumant les fonctions du côté source qui transmet les informations de chaque membre au côté puits, c'est-à-dire SQ, CTRL, CRC et MFI. L'information SQ est échangée entre les membres du groupe VCG, et également envoyée à la partie réception pour contrôler la distribution du statut de membre;
- la partie assumant les fonctions du côté puits qui reçoit les informations de chaque membre provenant du côté source et qui envoie l'information SQ et le statut de membre à la partie suivante;
- la partie assumant les fonctions du côté puits qui transmet les informations concernant tous les membres du groupe VCG, c'est-à-dire le statut de membre du groupe VCG, dans son ensemble, et l'accusé de réception d'une modification décelée dans les numéros de séquence du groupe VCG;
- la partie assumant les fonctions du côté source qui reçoit les informations concernant tous les membres du groupe VCG, c'est-à-dire MST et RS-Ack, et qui distribue le statut MST à chaque membre du groupe VCG.

La Figure A.2 montre ces parties et le flux d'informations entre les parties.

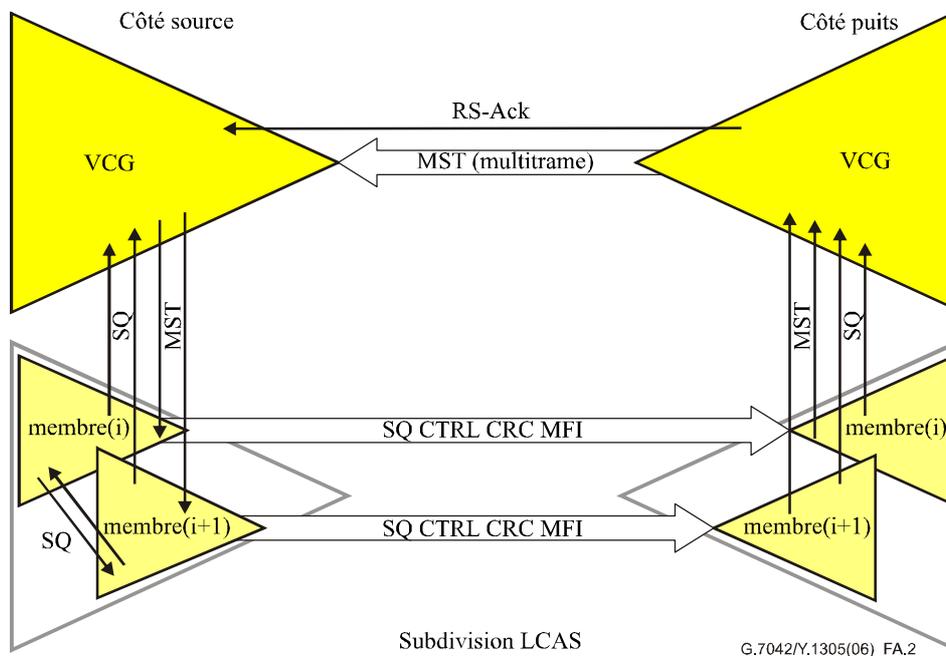


Figure A.2/G.7042/Y.1305 – Subdivision du protocole LCAS

La Figure A.3 montre les événements échangés entre les différentes parties du protocole LCAS.

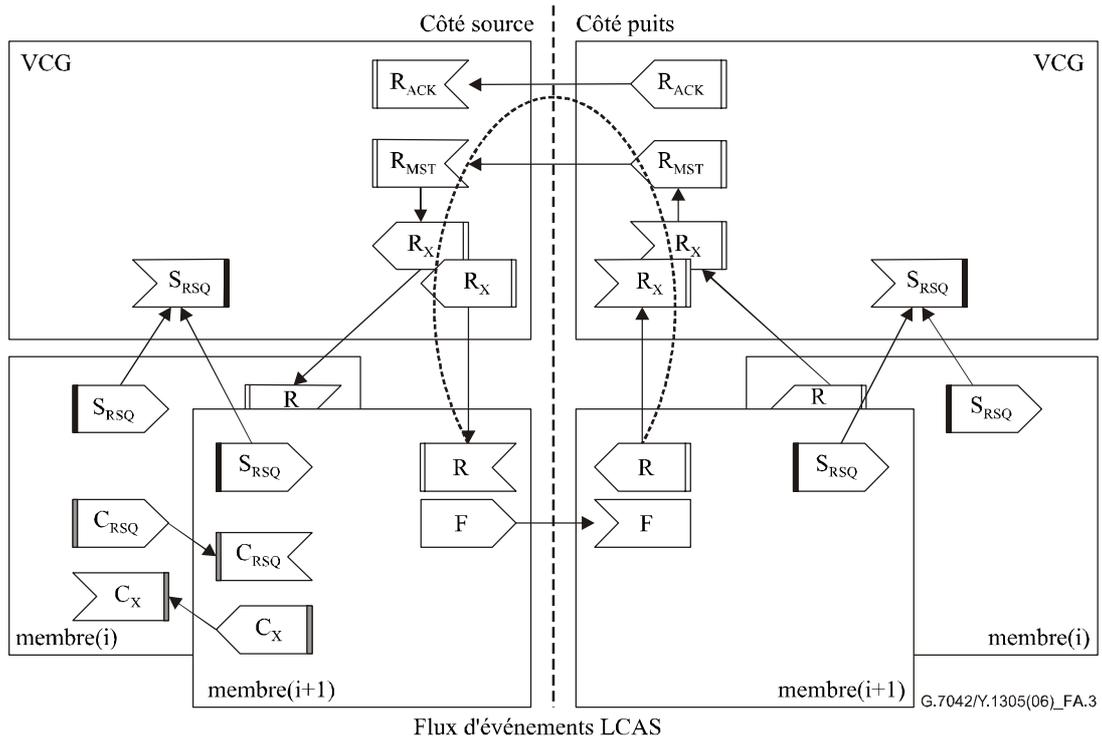
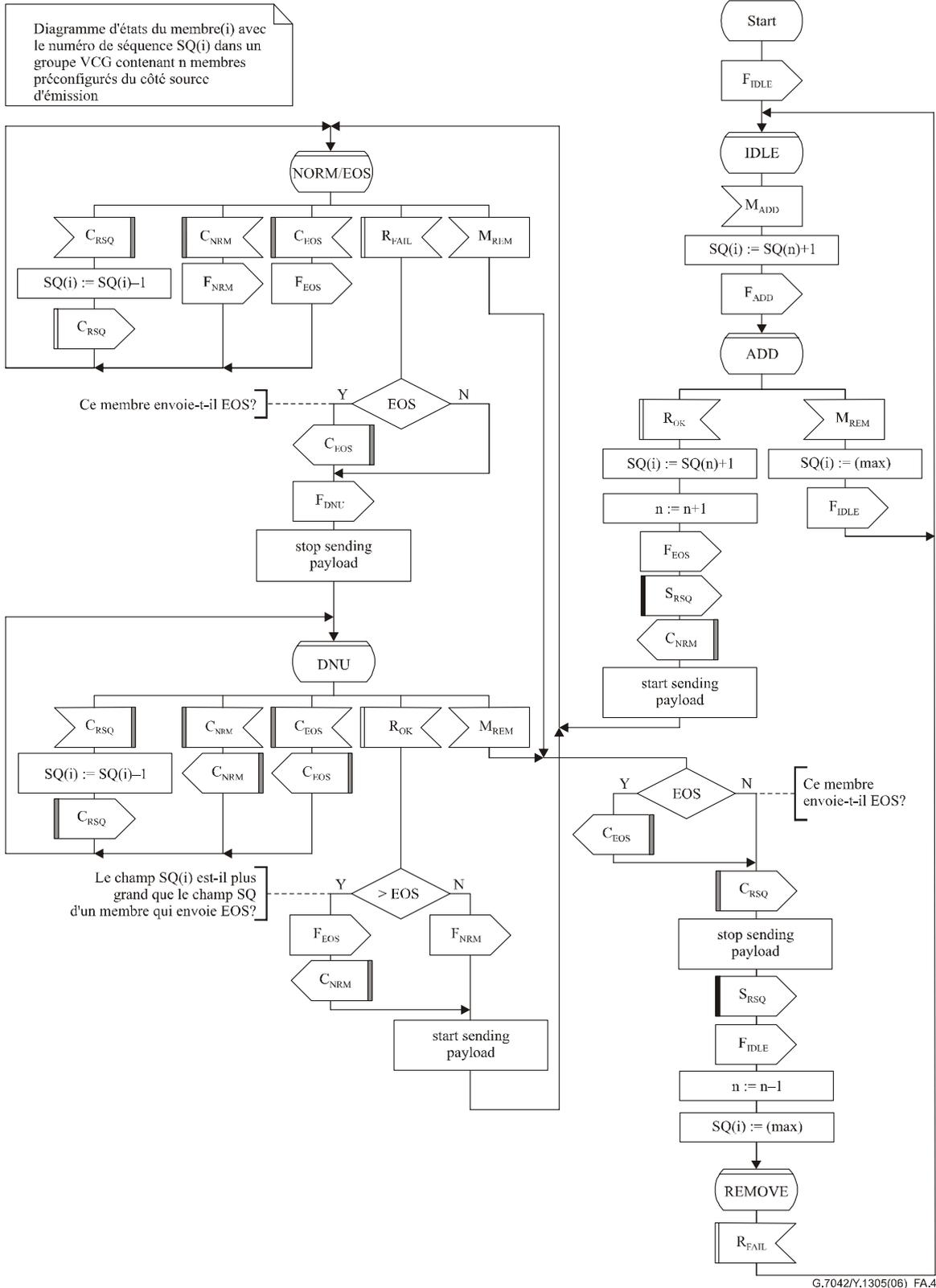


Figure A.3/G.7042/Y.1305 – Flux d'événements du protocole LCAS

A.3 Diagramme d'états du membre(i) dans le groupe virtuel concaténé

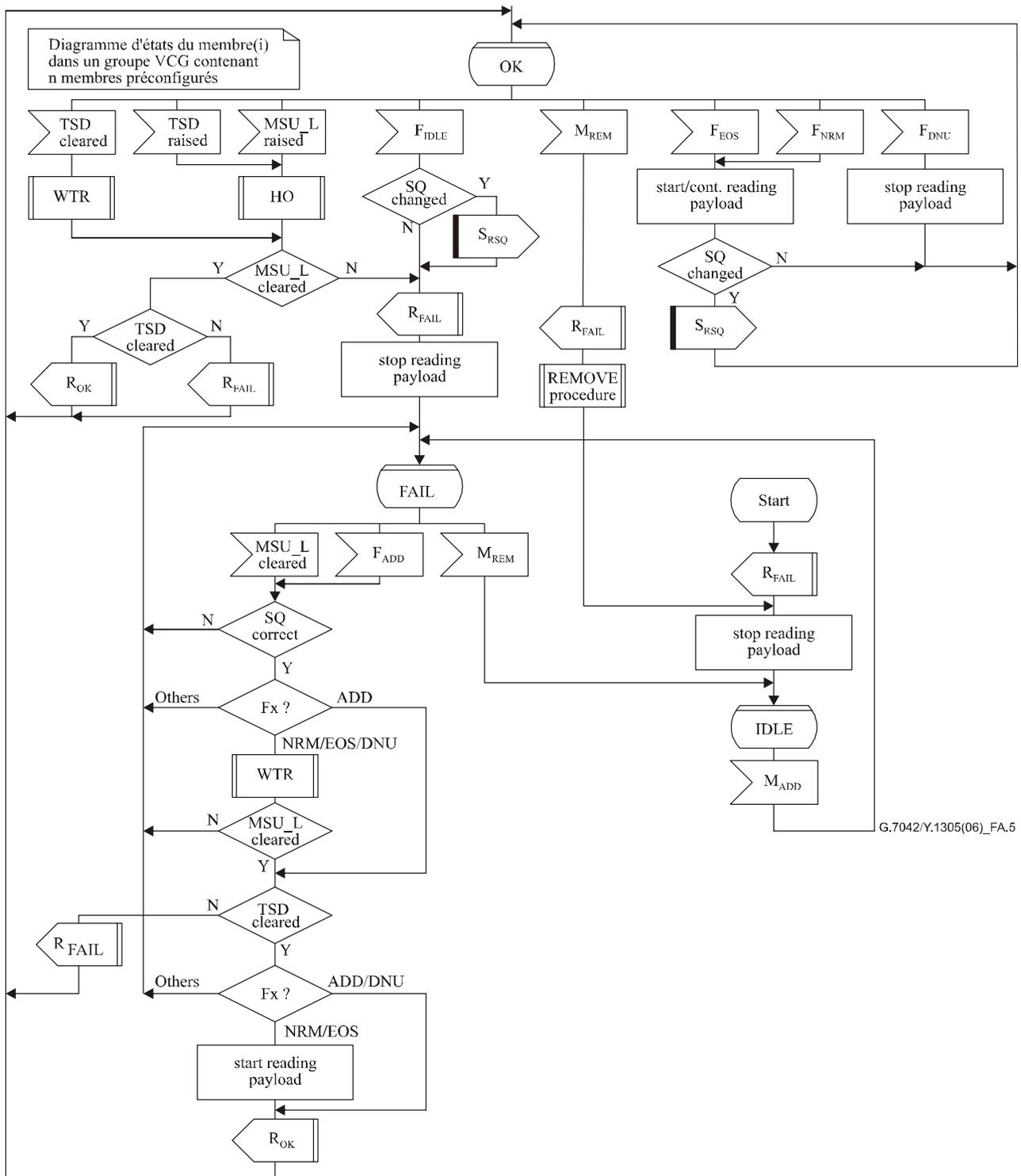


NOTE 1 – En cas d'une seule adjonction, F_{EOS} doit être envoyé. Autrement, en cas d'adjonctions multiples et simultanées, le membre actif ayant le numéro le plus élevé doit envoyer F_{EOS} , les autres membres nouvellement ajoutés devant envoyer F_{NORM} .

NOTE 2 – Le numéro de séquence du membre supprimé i ($0 \leq i < X_p$) doit être mis à la valeur la plus élevée possible et le numéro de séquence des membres ayant les numéros $i+1, \dots (X_p - 1)$ sera renuméroté en $i, \dots (X_p - 2)$.

NOTE 3 – La procédure RS-Ack est commune à l'ensemble du groupe VCG.

Figure A.4/G.7042/Y.1305 – Diagramme d'états du côté source



NOTE 1 – Comme dans le § 6.2.2, aucun champ SQ n'est disponible au puits après réception du mot de commande IDLE pour un membre. Le message MST = FAIL est généré en l'espèce conformément à la règle générale contenue dans l'Annexe B/G.806 pour les membres dont le champ SQ n'est pas validé.

NOTE 2 – Cette vérification permet de voir si le champ SQ reçu est différent de celui de tous les membres ayant un état OK. Si c'est le cas (c'est-à-dire si le champ SQ n'est utilisé par aucun autre membre ayant l'état OK), on suit la branche "y". Dans le cas contraire, on suit la branche "n".

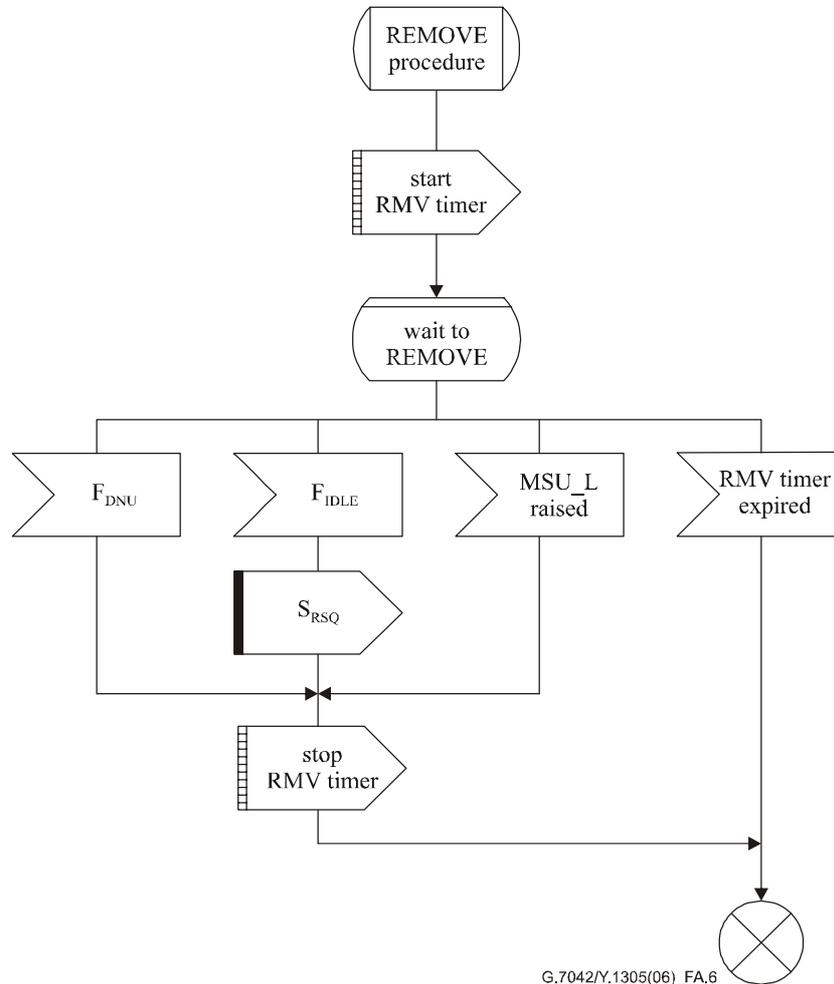
NOTE 3 – Pour un membre(i) donné, les procédures "hold off" (mise en garde) et "wait to restore" (attente avant rétablissement) ne sont jamais actives simultanément.

Figure A.5/G.7042/Y.1305 – Diagramme d'états du côté puits

A.4 Diagrammes d'états des procédures

A.4.1 Procédure de suppression (REMOVE)

Cette procédure décrit les opérations d'activation et de désactivation de la temporisation de suppression REMOVE afin de permettre la suppression transparente d'un membre du groupe VCG lancée du côté puits. La Figure A.6 montre le diagramme SDL détaillé de cette procédure.



G.7042/Y.1305(06)_FA.6

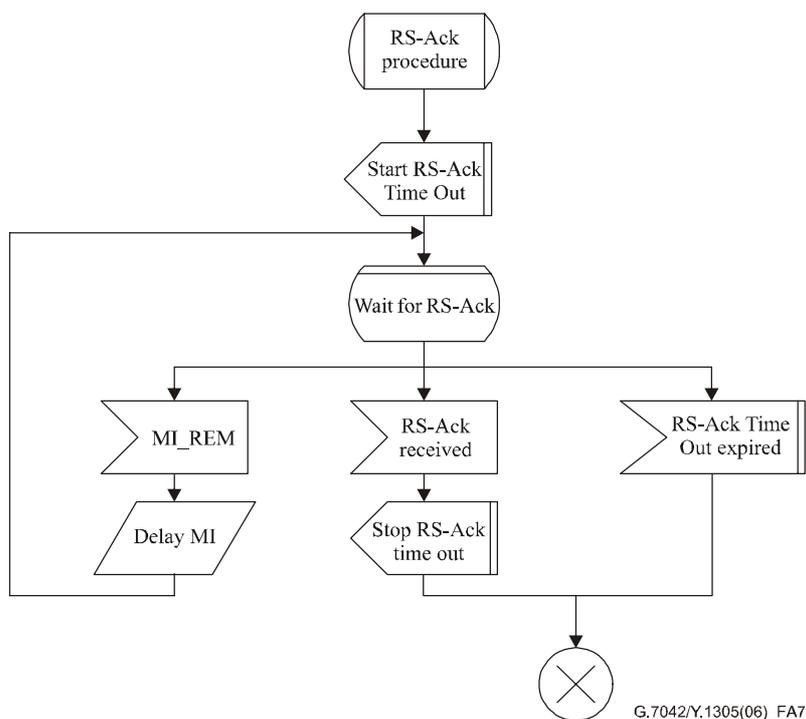
NOTE 1 – L'état d'attente avant suppression ("wait to REMOVE") n'est qu'un état transitoire nécessaire pour obtenir, de la source, la confirmation qu'elle a reconnu qu'un membre sera supprimé par le puits. La capacité utile du membre ne sera supprimée qu'après réception de cette confirmation. Cela a pour effet d'empêcher toute autre modification éventuelle que la source pourrait décider d'apporter au groupe VCG.

NOTE 2 – Si la valeur de la temporisation de suppression est mise à 0 (zéro), la procédure REMOVE est désactivée et le processus du protocole LCAS se déroule comme défini dans la version 2004 de la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305.

Figure A.6/G.7042/Y.1305 – Procédure de suppression (REMOVE)

A.4.2 Procédure de réacquiescement de séquence (RS-Ack)

Cette procédure décrit le processus de détection du bit RS-Ack utilisé pour valider le statut de membre (MST) reçu. La procédure RS-Ack, qui est commune à l'ensemble du groupe VCG, est activée par un seul membre. La Figure A.7 montre le diagramme SDL détaillé de cette procédure.



NOTE – L'état d'attente avant réacquiescement de séquence ("wait for RS-Ack") n'est qu'un état transitoire dont la source a besoin à titre de confirmation avant d'accepter la nouvelle valeur MST attribuée. Cela a pour effet d'empêcher toute autre modification éventuelle que la source pourrait décider d'apporter au groupe VCG.

Figure A.7/G.7042/Y.1305 – Procédure RS-Ack

A.4.3 Procédure d'attente avant rétablissement (WTR)

Cette procédure décrit les opérations d'activation et de désactivation de la temporisation d'attente avant rétablissement (WTR, *wait-to-restore*) nécessaires pour éviter les effets indésirables dus aux alarmes de groupe, comme indiqué dans la Rec. UIT-T G.808.1. La Figure A.8 montre le diagramme SDL détaillé de cette procédure.

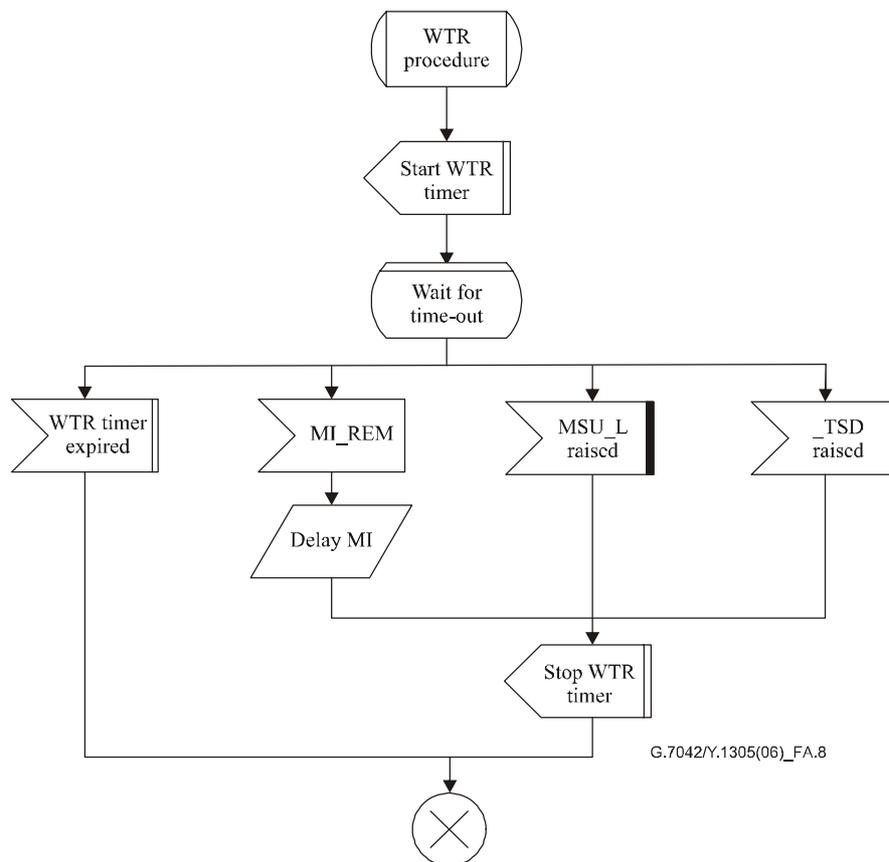


Figure A.8/G.7042/Y.1305 – Procédure d'attente avant rétablissement (WTR)

A.4.4 Procédure de mise en garde (HO)

Cette procédure décrit les opérations d'activation et de désactivation de la temporisation de mise en garde (HO, *hold off*) nécessaires pour limiter le nombre d'actions de commutation en cas d'utilisation de dispositifs de protection imbriqués, comme indiqué dans la Rec. UIT-T G.808.1. La Figure A.9 montre le diagramme SDL détaillé de cette procédure.

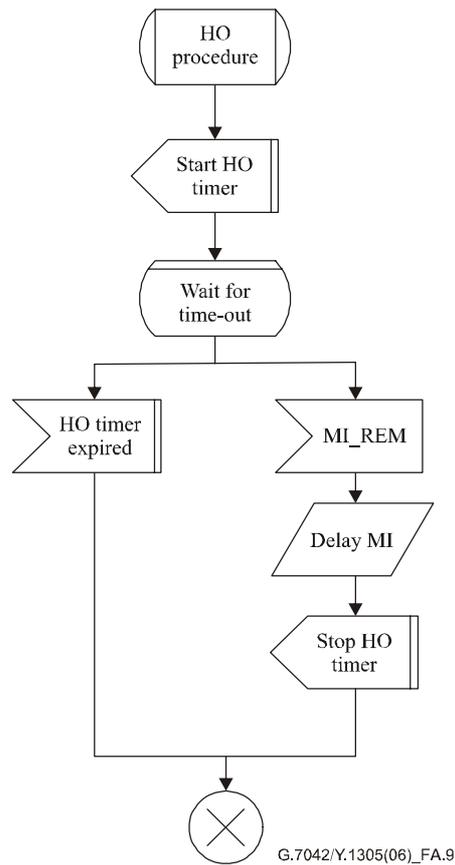


Figure A.9/G.7042/Y.1305 – Procédure de mise en garde (HO)

NOTE – Il existe des circonstances particulières qui entraînent des modifications non transparentes de la largeur de bande durant les périodes de mise en garde. Cette question fait l'objet de l'Appendice II.

A.5 Diagramme d'état pour le groupe VCG

Pour l'ensemble du groupe VCG, un automate à états du côté réception source se trouvera dans l'un des deux états suivants:

- 1) traitement du statut MST ("process MST"): l'information MST provenant de l'un des membres sera traitée et diffusée à chacun des membres;
- 2) attente avant réacquiescement de séquence ("wait for RS-Ack"): un ou plusieurs automates à états des membres côté source ont indiqué qu'il y avait une modification des numéros de séquence. Le traitement de l'information MST est arrêté jusqu'à ce que le puits confirme la réception en envoyant RS-Ack, ou jusqu'à expiration de la temporisation RS-Ack.

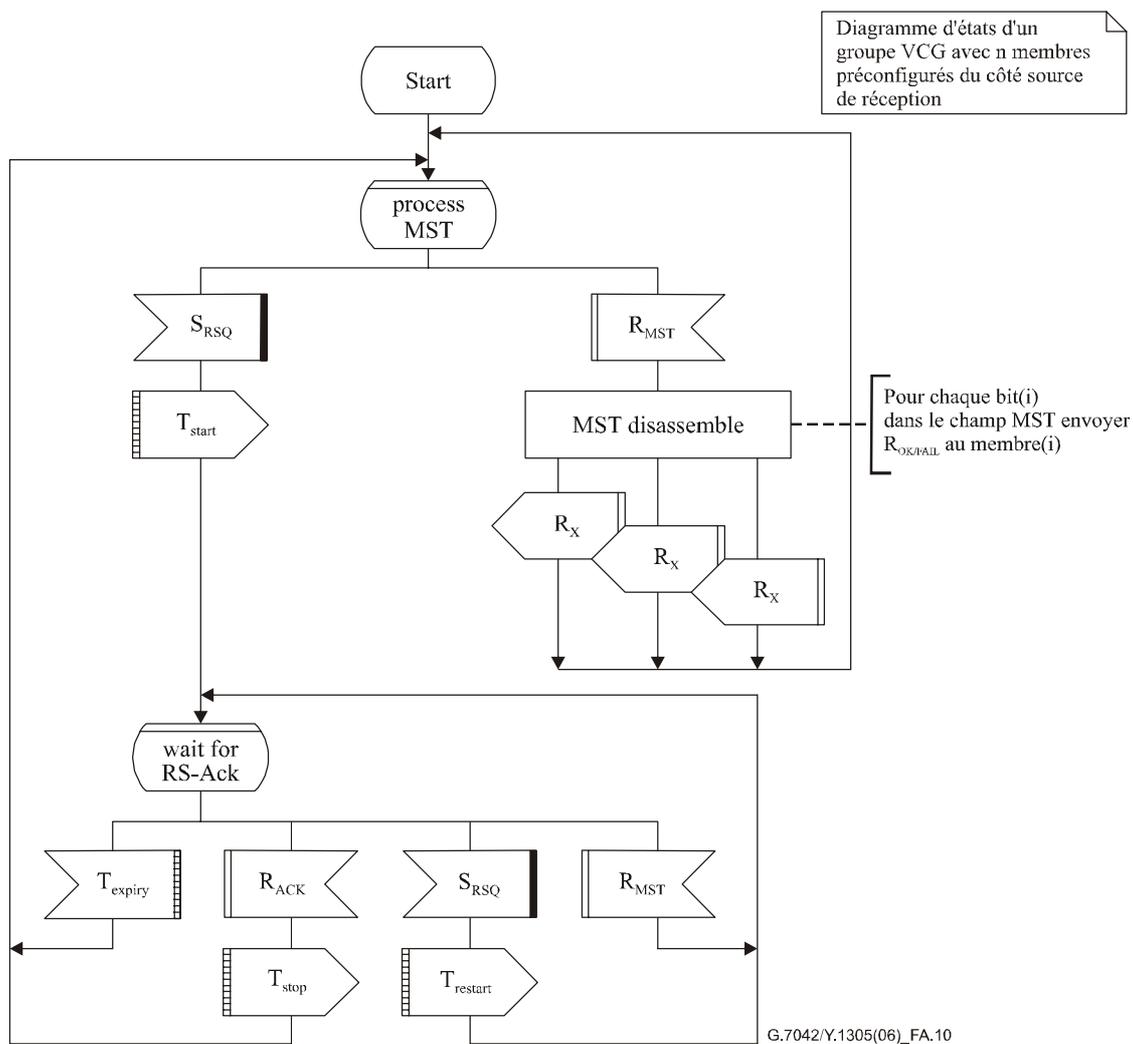


Figure A.10/G.7042/Y.1305 – Diagramme d'états de réception du groupe VCG côté source

Pour l'ensemble du groupe VCG, il existe un automate à états du côté émission du puits qui a un état unique:

- 1) assemblage du statut MST ("assemble MST"): l'information MST provenant de chacun des membres est collectée dans la multitrame MST qui est transmise à tous les membres. Toute modification des numéros de séquence détectée par un ou plusieurs membres sera transmise au côté source.

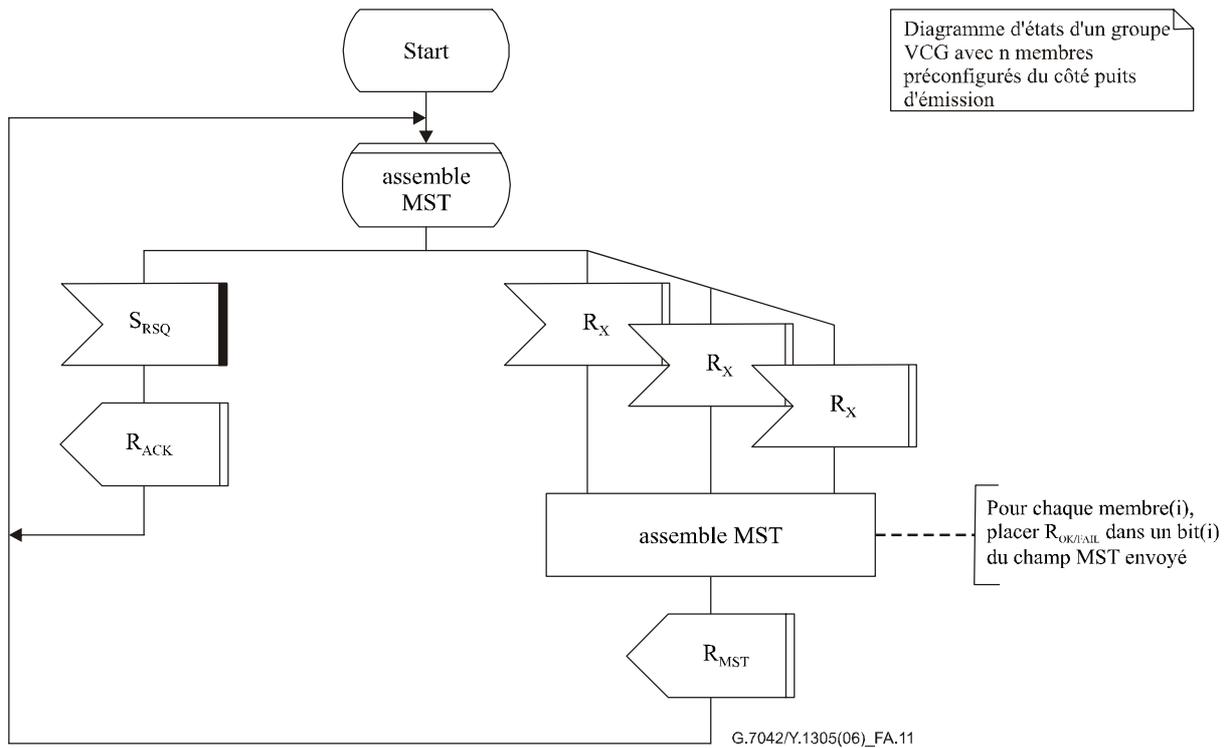


Figure A.11/G.7042/Y.1305 – Diagramme d'états d'émission du groupe VCG côté puits

Appendice I

Chronogrammes séquentiels (TSD) du système LCAS

I.1 Nomenclature

LCASC	contrôleur du système d'ajustement de capacité de liaison (<i>link capacity adjustment scheme controller</i>)
NMS	système de gestion de réseau (<i>network management system</i>)
Sk	puits (côté réception) (<i>sink, receiving end</i>)
So	source (côté émission) (<i>source, transmitting end</i>)

I.2 Système de numérotation

Les membres d'un groupe virtuellement concaténé doivent être numérotés de 0 à $(n - 1)$, où n est le nombre total de membres dans le groupe.

I.3 Préconfiguration

Lorsqu'un nouveau conteneur est préconfiguré de façon à être un membre du groupe, ce conteneur doit recevoir les attributs suivants:

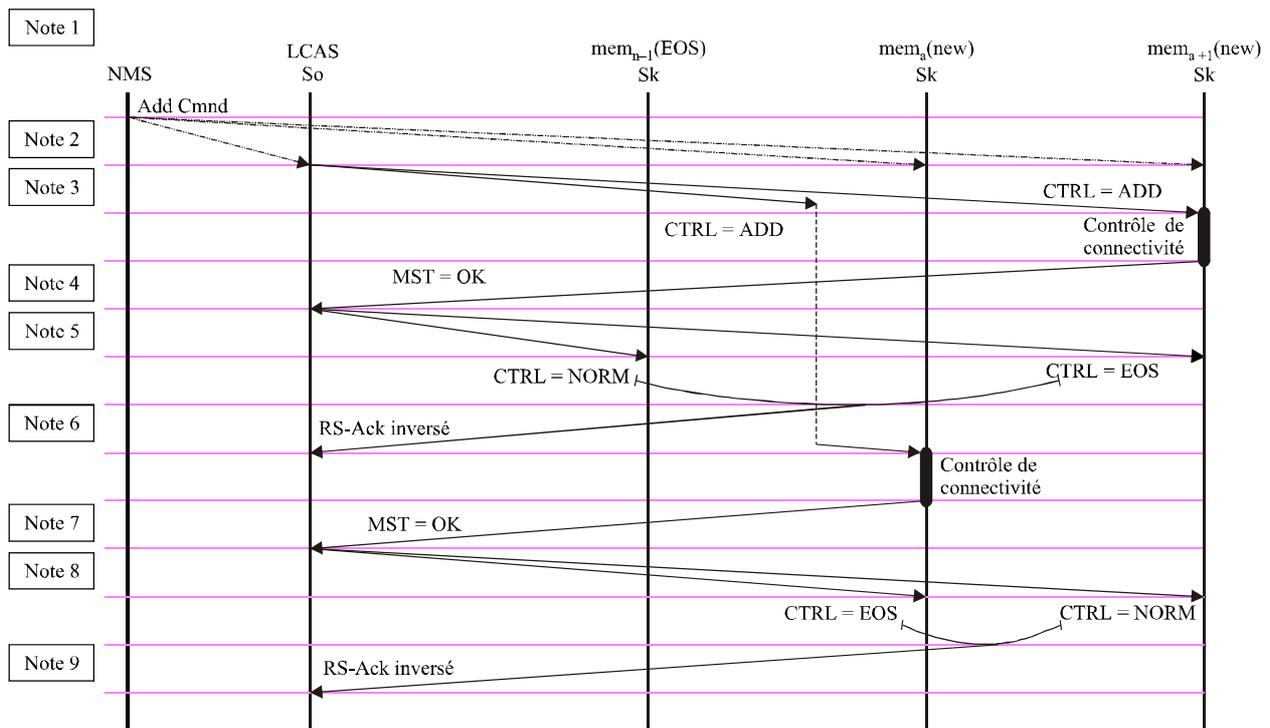
- CTRL = IDLE (ce code indique qu'il n'est pas encore en service).
- SQ = ce champ doit être mis à une valeur supérieure au numéro de séquence actuellement le plus élevé dont le code CTRL est mis à la valeur EOS. L'indicateur de séquence ne doit pas être interprété tant que CTRL = IDLE (pas encore en service). Il est recommandé de donner au champ SQ la valeur la plus élevée possible. La valeur la plus élevée étant fonction de la technologie utilisée, il n'est pas possible de donner une valeur précise. Dans les exemples ci-après, on utilise l'expression (max) pour désigner la valeur la plus élevée.
- GID = identificateur de ce groupe virtuellement concaténé.
- MST = 1 (FAIL = 1; OK = 0).

I.4 Commandes

I.4.1 Augmentation de largeur de bande de groupe VCG (commande ADD)

I.4.1.1 Adjonction (ADD) de plusieurs membres après le dernier

(Exemple: adjonction de deux membres après le dernier dans le groupe de n .)



G.7042/Y.1305(06)_FL1

Note		Membre n			Membre a (nouveau)			Membre a + 1 (nouveau)			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Etat initial	EOS	n - 1	OK	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(max)	FAIL	0
2	NMS émet commande Add vers contrôleur LCASC source et puits	EOS	n - 1	OK	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(max)	FAIL	0
3	So (a) envoie CTRL = ADD et SQ = n; So (a + 1) envoie CTRL = ADD et SQ = n + 1	EOS	n - 1	OK	ADD	n	FAIL	ADD	n + 1	FAIL	0
4	Sk (a + 1) envoie MST = OK vers So	EOS	n - 1	OK	ADD	n	FAIL	ADD	n + 1	OK	0
5	So (n - 1) envoie CTRL = NORM; So (a + 1) envoie CTRL = EOS et SQ = n	NORM	n - 1	OK	ADD	n + 1	FAIL	EOS	n	OK	0
6	Bit RS-Ack inversé suite à une modification de séquence	NORM	n - 1	OK	ADD	n + 1	FAIL	EOS	n	OK	1
7	Sk (a) envoie MST = OK vers So	NORM	n - 1	OK	ADD	n + 1	OK	EOS	n	OK	1
8	So (a) envoie CTRL = EOS; So (a + 1) envoie CTRL = NORM	NORM	n - 1	OK	EOS	n + 1	OK	NORM	n	OK	1
9	Bit RS-Ack inversé suite à une modification de séquence	NORM	n - 1	OK	EOS	n + 1	OK	NORM	n	OK	0

NOTE 1 – L'exemple ci-dessus montre que le nouveau membre (a + 1) répond par le champ MST = OK avant le nouveau membre a. Cet ordre est arbitraire car le premier membre qui répond par MST = OK doit recevoir le numéro de séquence SQ = n; le prochain membre nouveau qui répond par MST = OK doit recevoir le numéro SQ = n + 1, et ainsi de suite. Si pour une raison quelconque, un membre en cours d'adjonction ne répond pas par MST = OK dans le délai imparti, le contrôleur LCASC source doit signaler une panne pour ce membre.

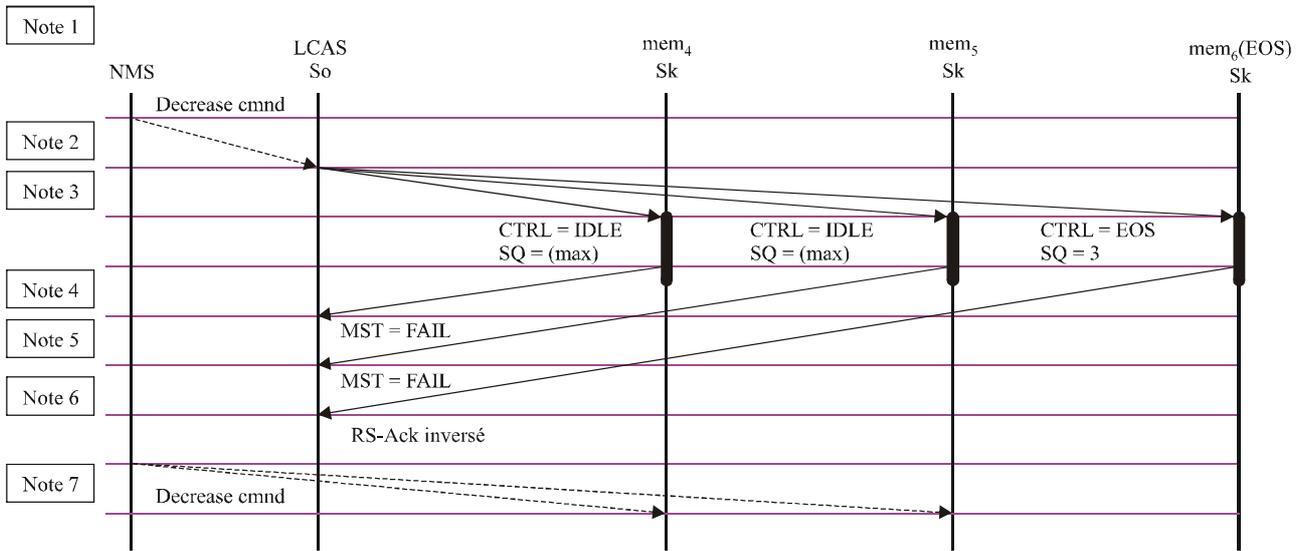
NOTE 2 – La valeur initiale '0' pour le bit RS-Ack a été choisie de manière arbitraire. Seul le basculement du bit RS-Ack est utile dans cet exemple.

Figure I.1/G.7042/Y.1305 – Adjonction de membres multiples

I.4.2 Diminution de la largeur de bande de groupe VCG (commande REMOVE)

I.4.2.1 Diminution: (REMOVE) prévue de plusieurs membres NON compris le dernier

(Exemple: suppression des membres 4 et 5 d'un groupe VCG avec n = 6 membres.)



G.7042/Y.1305(06)_FI.2

Note		Membre 4			Membre 5			Membre 6			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Etat initial	NORM	3	OK	NORM	4	OK	EOS	5	OK	0
2	NMS émet la commande de diminution vers LCASC source	NORM	3	OK	NORM	4	OK	EOS	5	OK	0
3	So (3) envoie CTRL = IDLE, SQ = (max) So (4) envoie CTRL = IDLE, SQ = (max) So (5) envoie SQ = 3	IDLE	(max)	OK	IDLE	(max)	OK	EOS	3	OK	0
4	Sk (du membre à supprimer) envoie MST = FAIL vers So	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(max)	OK	EOS	3	OK	1
5	Sk (du membre à supprimer) envoie MST = FAIL vers So	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(max)	FAIL	EOS	3	OK	1
6	Bit RS-Ack inversé en raison d'une modification de séquence	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(max)	FAIL	EOS	3	OK	1
7	NMS émet la commande de diminution vers LCASC puits	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(max)	FAIL	EOS	3	OK	1

Figure I.2/G.7042/Y.1305 – Suppression prévue des membres 4 et 5 sur 6

Le contrôleur LCASC source met CTRL = IDLE pour tous les membres à supprimer.

NOTE 1 – Le mot CTRL ne change pas pour tous les autres membres du groupe.

L'exemple ci-dessus montre la suppression de deux membres avec une commande IDLE simultanée provenant du contrôleur LCASC (côté source). Le réassemblage dans le puits cesse d'utiliser les membres "supprimés" dès réception de la commande IDLE.

La réponse du puits peut cependant ne pas être simultanée, ce qui n'a pas d'incidence sur le puits étant donné que les commandes IDLE auront la même valeur MFI. La réponse du puits à la source est évidemment un simple acquittement du fait que le membre n'est plus utilisé à l'extrémité puits et le système NMS peut procéder, au besoin, à la désinstallation de ce membre.

NOTE 2 – Les membres supprimés pourraient être désinstallés comme indiqué dans la Note 7 du tableau ci-dessus.

Règle générale d'ajustement de numéro de séquence dans la fonction de suppression REMOVE:

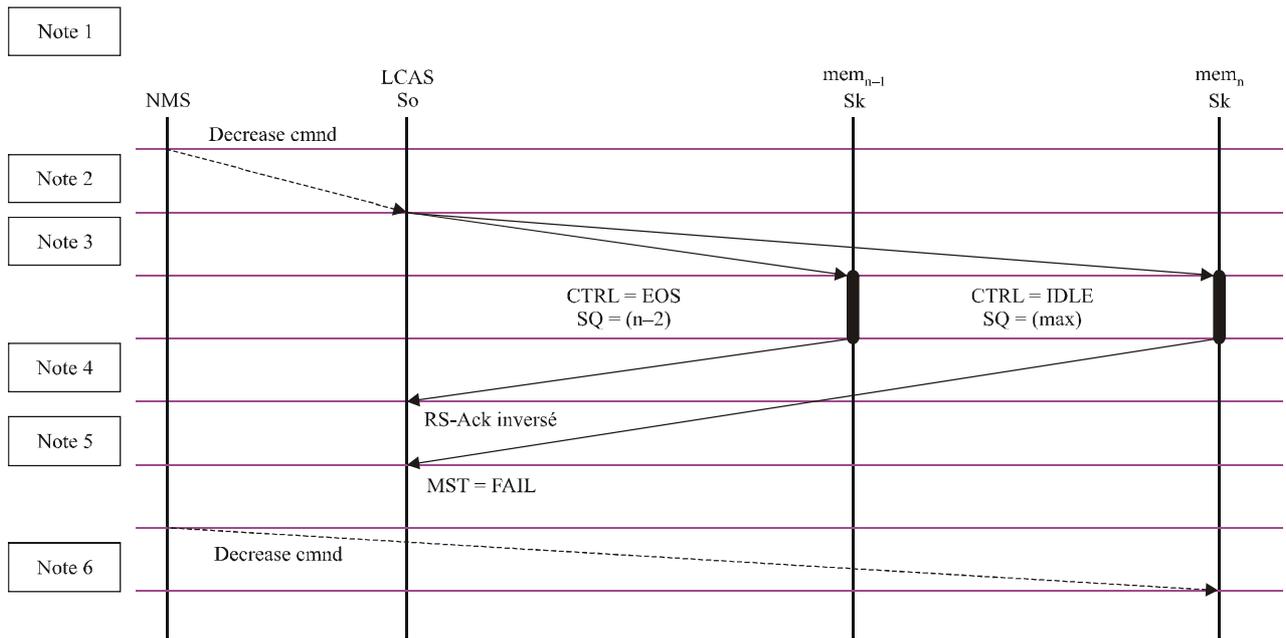
- 1) tous les membres à supprimer reçoivent un nouveau numéro de séquence supérieur à celui du membre qui envoie le champ de commande EOS, c'est-à-dire la valeur la plus élevée possible (max);
- 2) tous les membres restants nécessaires reçoivent des numéros de séquence consécutifs (à partir de SQ = 0).

L'exemple suivant décrit parfaitement l'application de cette règle:

	VC	A	B	C	D	E	F	G
Avant	SQ	0	1	2	3	4	5	6
				U	U			U
Après	SQ	0	1	(max)	(max)	2	3	(max)

NOTE 3 – La valeur initiale '0' pour le bit RS-Ack a été choisie de manière arbitraire. Seul le basculement du bit RS-Ack est utile dans cet exemple.

I.4.2.2 Diminution: (REMOVE) prévue du seul dernier membre



G.7042/Y.1305(06)_Fl.3

Note		Membre n - 1			Membre n			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Etat initial	NORM	n - 2	OK	EOS	n - 1	OK	0
2	NMS émet la commande de diminution vers LCASC côté source	NORM	n - 2	OK	EOS	n - 1	OK	0
3	So (du membre à supprimer) envoie CTRL = IDLE, SQ = (max), So (n - 2) envoie CTRL = EOS	EOS	n - 2	OK	IDLE	(max)	OK	0
4	Bit RS-Ack inversé suite à une modification de séquence	EOS	n - 2	OK	IDLE	(max)	FAIL	1
5	Simultanément, Sk (du membre à supprimer) envoie MST = FAIL	EOS	n - 2	OK	IDLE	(max)	FAIL	1
6	NMS émet la commande de diminution vers LCASC puits	EOS	n - 2	OK	IDLE	(max)	FAIL	1

Figure I.3/G.7042/Y.1305 – Diminution prévue du seul (dernier) membre

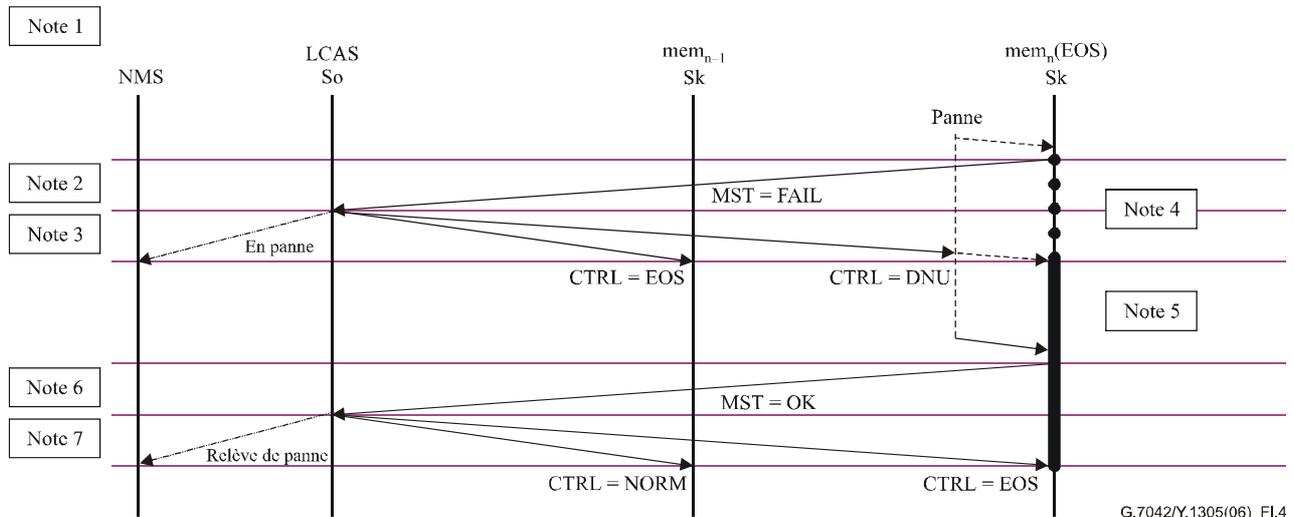
NOTE 1 – Le membre supprimé pourrait être désinstallé comme indiqué à la Note 6 du tableau ci-dessus.

NOTE 2 – La valeur MST doit être envoyée au plus tard dans le paquet de commande dans lequel est envoyé le bit RS-Ack basculé.

NOTE 3 – La valeur initiale '0' pour le bit RS-Ack a été choisie de manière arbitraire. Seul le basculement du bit RS-Ack est utile dans cet exemple.

I.4.3 Diminution de largeur de bande de groupe VCG en raison d'une panne (commande DNU)

I.4.3.1 Diminution (DNU) en raison d'une panne affectant le seul (dernier) membre



G.7042/Y.1305(06)_Fl.4

Note		Membre n - 1			Membre n (EOS)			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Etat initial	NORM	n - 2	OK	EOS	n - 1	OK	0
2	Sk (membre déf.) envoie MST = FAIL vers So	NORM	n - 2	OK	EOS	n - 1	FAIL	0
3	So (membre déf.) envoie DNU; So (fault_mem-1) envoie EOS	EOS	n - 2	OK	DNU	n - 1	FAIL	0
4	Voir texte indiqué au-dessous du tableau	EOS	n - 2	OK	DNU	n - 1	FAIL	0
5	Voir texte indiqué au-dessous du tableau	EOS	n - 2	OK	DNU	n - 1	FAIL	0
6	Relève de panne de réseau message MST = OK envoyé à So	EOS	n - 2	OK	DNU	n - 1	OK	0
7	Message CTRL modifié de DNU à NORM	NORM	n - 2	OK	EOS	n - 1	OK	0

Figure I.4/G.7042/Y.1305 – Diminution en raison d'une panne de réseau affectant le seul (dernier) membre

Le contrôleur LCASC source met CTRL = DNU pour le membre défaillant et met CTRL = EOS pour le membre précédent.

Texte se rapportant à la Note 3 du tableau ci-dessus

Même s'il y a eu un changement quant à la largeur de bande et quant aux membres contenant le message EOS, ce changement est provisoire et n'active pas de bit RS-Ack.

Texte se rapportant à la Note 4 du tableau ci-dessus

- Dès qu'une panne MSU_L est détectée, le puits commence immédiatement le réassemblage du groupe concaténé en n'utilisant que les membres de type NORM et EOS. Pendant un certain temps (temps de propagation de Sk à So + temps de réaction de l'émetteur So + temps de propagation de So à Sk), les données réassemblées seront erronées, car envoyées à tous les membres comme avant la panne.

- Si une panne TSD est détectée, le puits continue d'utiliser la capacité utile de ce membre. Les erreurs binaires dans la zone de capacité utile du membre doivent être traitées par la fonction d'adaptation serveur/client du côté du puits du groupe VCG. Pendant un certain temps (temps de propagation de Sk à So + temps de réaction de l'émetteur So + temps de propagation de So à Sk), les données réassemblées sont erronées, car envoyées à tous les membres comme avant la panne.

Texte se rapportant à la Note 5 du tableau ci-dessus

La source arrêtera cependant d'envoyer des données aux membres erronés (car ils auront été signalés comme ayant le champ MST = FAIL et auront donc mis le membre en panne à la valeur DNU), et n'enverra de données qu'aux membres NORM et EOS restants.

- En cas de message MSU_L: entre le moment où le message CTRL = DNU est arrivé au puits et celui où le message CTRL = NORM est reçu à nouveau, la largeur de bande du groupe VCG est réduite.
- En cas de message TSD: à partir du moment où le message CTRL = DNU arrive au puits, la largeur de bande du groupe VCG est réduite.

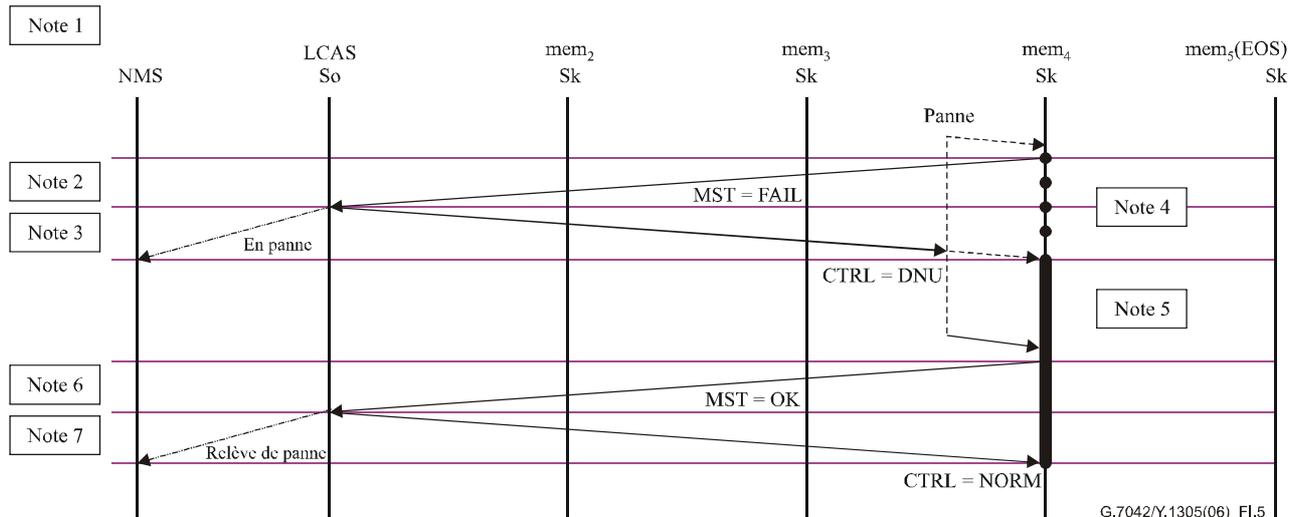
Texte se rapportant à la Note 7 du tableau ci-dessus

Lorsque le membre défaillant est réparé, le mot CTRL est modifié de DNU à NORM. Le puits réutilisera alors la charge utile de ce membre pour réassembler les données.

NOTE 1 – Si le canal en panne est ensuite détruit par une diminution de largeur de bande planifiée, avant que la panne soit relevée, le puits ne pourra pas s'apercevoir de la modification intervenue dans le paquet de commande du membre défaillant. Par conséquent, le bit RS-Ack ne sera pas inversé par cette diminution planifiée et la source doit s'appuyer sur la fin de temporisation du bit RS-Ack pour continuer de traiter le statut de membre. La largeur de bande du groupe VCG n'est pas affectée.

NOTE 2 – La valeur initiale '0' pour le bit RS-Ack a été choisie de manière arbitraire. Seul le basculement du bit RS-Ack est utile dans cet exemple.

I.4.3.2 Diminution: (DNU) en raison d'une panne n'affectant PAS le dernier membre



Note		Membre 2			Membre 3			Membre 4			Membre 5 (EOS)			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Etat initial	NORM	1	OK	NORM	2	OK	NORM	3	OK	EOS	4	OK	0
2	Sk (membre déf.) envoie MST = FAIL vers So	NORM	1	OK	NORM	2	OK	NORM	3	FAIL	EOS	4	OK	0
3	So (membre déf.) envoie CTRL = DNU	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	FAIL	EOS	4	OK	0
4	Voir texte sous le tableau	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	FAIL	EOS	4	OK	0
5	Voir texte sous le tableau	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	FAIL	EOS	4	OK	0
6	Panne réseau relevée MST = OK envoyé vers So	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	OK	EOS	4	OK	0
7	CTRL modifié de DNU à NORM	NORM	1	OK	NORM	2	OK	NORM	3	OK	EOS	4	OK	0

Figure I.5/G.7042/Y.1305 – Diminution en raison d'une panne de réseau affectant un seul (autre que le dernier) membre

Texte se rapportant à la Note 4 du tableau ci-dessus

- Dès qu'une panne MSU_L est détectée, le puits commence immédiatement le réassemblage du groupe concaténé en n'utilisant que les membres de type NORM et EOS. Pendant un certain temps (temps de propagation de Sk à So + temps de propagation de So à Sk), les données réassemblées seront erronées car envoyées à tous les membres comme avant la panne.
- Si une panne TSD est détectée, le puits continue d'utiliser la capacité utile de ce membre. Les erreurs binaires dans la zone de capacité utile du membre doivent être traitées par la fonction d'adaptation serveur/client du côté du puits du groupe VCG. Pendant un certain temps (temps de propagation de Sk à So + temps de réaction de l'émetteur So + temps de propagation de So à Sk), les données réassemblées seront erronées, car envoyées à tous les membres comme avant la panne.

Texte se rapportant à la Note 5 du tableau ci-dessus

La source arrêtera cependant d'envoyer des données aux membres erronés (car ils auront été signalés comme ayant le champ MST = FAIL et ils auront donc mis le membre en panne au champ DNU), et n'enverra de données qu'aux membres NORM et EOS restants.

- En cas de message MSU_L: entre l'instant d'arrivée au niveau du puits du message CTRL = DNU et le moment où le message CTRL = NORM est reçu à nouveau, la largeur de bande du groupe VCG est réduite.

- En cas de message TSD: à partir du moment où le message CTRL = DNU arrive au puits, la largeur de bande du groupe VCG est réduite.

Texte se rapportant à la Note 7 du tableau ci-dessus

Lorsque le membre défaillant est réparé, le mot CTRL est modifié de DNU à NORM. Le puits réutilisera la charge utile de ce membre pour réassembler les données.

NOTE – La valeur initiale pour le bit RS-Ack a été choisie de manière arbitraire. Seul le basculement du bit RS-Ack est utile dans cet exemple.

Appendice II

Modifications non transparentes de la largeur de bande durant les périodes de mise en garde

II.1 Introduction

Le diagramme SDL de procédure de mise en garde décrite dans le § A.4.4 indique comme seul signal de sortie possible la commande MI-REMOVE, ce qui entraîne la suppression d'autres entrées (qui ne sont pas explicitement décrites). L'automate à états LCAS n'agira donc pas sur les mots CTRL reçus durant les périodes de mise en garde, ce qui aura une incidence sur le trafic.

II.2 Suppression d'un membre du groupe au niveau de la source

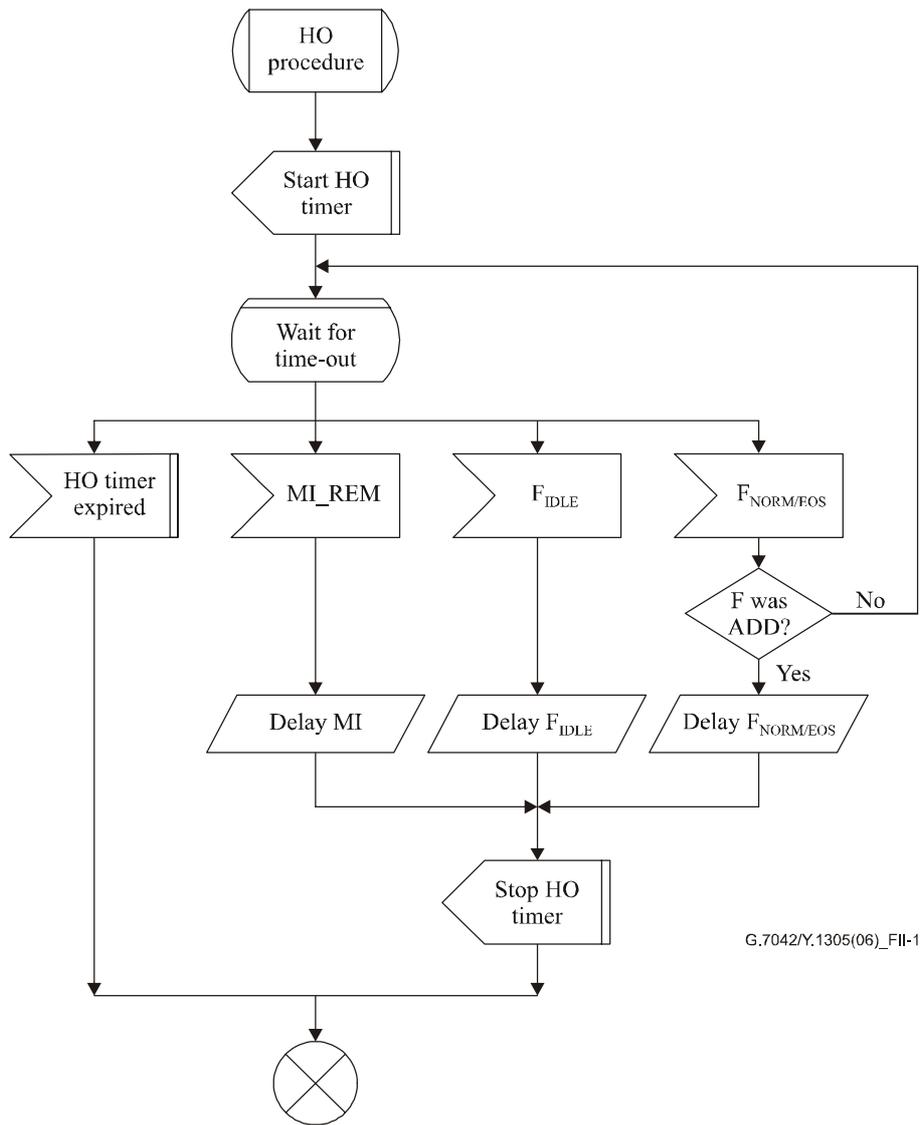
La suppression d'un membre au niveau de la source n'exige pas de synchronisation entre l'automate à états côté source et l'automate à états côté puits. Elle est donc déjà effectuée côté source avant d'être signalée au puits. La source ayant déjà exclu le membre du transport de la capacité utile, le puits devrait pouvoir réagir immédiatement à cette modification, même s'il est dans l'état mise en garde. Dans le cas contraire, la capacité utile client sera perdue jusqu'à expiration du temporisateur.

II.3 Apparition de conditions de dégradation TSD lors de la réalisation de commandes d'adjonction (ADD)

Lors de l'adjonction d'un membre, un mot de commande CTRL = ADD est reçu au niveau du puits. L'état du puits passera donc à OK et transmettra MST = OK à la source. La source fera ensuite passer le membre à l'état NORM, enverra le mot CTRL = NORM/EOS et commencera à envoyer une charge utile sur ce membre. Si pendant ce temps une défaillance TSD est détectée au niveau du puits, celui-ci aura armé un temporisateur de mise en garde et ne sera pas capable de réagir au mot de commande CTRL = NORM/EOS. La capacité utile client sera perdue jusqu'à expiration du temporisateur.

II.4 Amélioration de la procédure de mise en garde (HO)

Même si les événements susmentionnés sont très limités dans le temps et se caractérisent par une très faible probabilité d'apparition, la procédure de mise en garde décrite dans le § A.4.4 pourrait, si on le souhaite, être améliorée afin de permettre des ajustements transparents de capacité, même dans des cas particuliers d'erreurs de transmission. Le diagramme SDL de procédure de mise en garde permettant de surmonter ce type de problème est décrit ci-après.



G.7042/Y.1305(06)_FII-1

Figure II.1/G.7042/Y.1305 – Diagramme SDL relatif à l'amélioration facultative de la procédure de mise en garde

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION	
Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899
ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET	
Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION	
Cadre général et modèles architecturaux fonctionnels	Y.2000–Y.2099
Qualité de service et performances	Y.2100–Y.2199
Aspects relatifs aux services: capacités et architecture des services	Y.2200–Y.2249
Aspects relatifs aux services: interopérabilité des services et réseaux dans les réseaux de prochaine génération	Y.2250–Y.2299
Numérotage, nommage et adressage	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
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	Réseaux câblés et 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	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
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, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication