

**UIT-T**

**G.7044/Y.1347**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TELECOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

(10/2011)

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, RÉSEAUX  
DE PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES  
OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES

Aspects relatifs au protocole Internet – Transport

---

**Ajustement transparent d'un signal  
ODUflex(GFP)**

Recommandation UIT-T G.7044/Y.1347

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 RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES OPTIQUES	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 MULTIMÉDIA – 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
<b>Généralités</b>	<b>G.7000–G.7099</b>
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.7044/Y.1347

## Ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP)

### Résumé

La Recommandation UIT-T G.7044/Y.1347 définit l'ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP) (HAO), qui offre un mécanisme de commande pour augmenter ou diminuer de manière transparente la bande passante d'une connexion ODUflex(GFP) dans un réseau de transport optique (OTN).

### Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	ITU-T G.7044/Y.1347	2011-10-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11400">11.1002/1000/11400</a>
1.1	ITU-T G.7044/Y.1347 (2011) Amd. 1	2012-02-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11507">11.1002/1000/11507</a>

---

\* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## 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 PROPRIETE 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 responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2017

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

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références normatives ..... 1
3	Termes et définitions ..... 1
3.1	Termes définis ailleurs ..... 1
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation ..... 1
4	Abréviations et acronymes ..... 2
5	Conventions ..... 3
6	Introduction..... 3
6.1	Méthodologie..... 4
6.2	Préfixe de commande ..... 4
6.3	Protocole de redimensionnement ..... 9
6.4	Interaction avec le plan de gestion/commande..... 11
7	Procédure de redimensionnement..... 11
7.1	Augmentation de la bande passante ..... 12
7.2	Diminution de la bande passante ..... 19
8	Signaux de maintenance ..... 28
	Annexe A – Diagrammes SDL du protocole HAO..... 29
A.1	Aperçu des processus de l'ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP) (HAO) ..... 29
A.2	Diagrammes SDL du protocole HAO ..... 31
	Appendice I – Mesure de la stabilité du changement de débit BWR ..... 38



# Recommandation UIT-T G.7044/Y.1347

## Ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP)

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie l'ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP) (HAO) à utiliser pour augmenter ou diminuer de manière transparente la bande passante d'une connexion ODUflex(GFP) dans un réseau de transport optique (OTN). Elle s'appuie sur les signaux OTN spécifiés dans la Recommandation [UIT-T G.709].

### 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.

[UIT-T G.709] Recommandation UIT-T G.709 (2009), *Interfaces pour le réseau de transport optique*.

[UIT-T G.798] Recommandation UIT-T G.798 (2010), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements à hiérarchie numérique du réseau de transport optique*.

[UIT-T G.870] Recommandation UIT-T G.870 (2012), *Termes et définitions pour les réseaux de transport optiques*.

[UIT-T Z.100] Recommandation UIT-T Z.100 (2007), *SDL: langage de description et de spécification*.

### 3 Termes et définitions

#### 3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

##### 3.1.1 Termes définis dans la Recommandation [UIT-T G.870]

- mode normal GMP
- mode spécial GMP
- multitrane OPUk
- multitrane de redimensionnement (RMF)

#### 3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

Aucun.

## 4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

ACK	acquittement ( <i>acknowledge</i> )
BG	générateur BWR ( <i>BWR generator</i> )
BR	récepteur BWR ( <i>BWR receiver</i> )
BRG	générateur relais BWR ( <i>BWR relay generator</i> )
BRR	récepteur relais BWR ( <i>BWR relay receiver</i> )
BWR	redimensionnement de bande passante ( <i>bandwidth resize</i> )
CC	configuration cohérente ( <i>consistent configuration</i> )
$C_m$	nombre d'entités de données client sur m bits ( <i>number of m-bit client data entities</i> )
$C_n$	nombre d'entités de données client sur n bits ( <i>number of n-bit client data entities</i> )
$C_{nD}$	différence entre $C_n$ et $(m/n \times C_m)$
CRC	contrôle de redondance cyclique ( <i>cyclic redundancy check</i> )
CTRL	commande ( <i>control</i> )
CV	vérification cohérente ( <i>consistent verification</i> )
EMF	fonction de gestion d'équipement ( <i>equipment management function</i> )
FRR	récepteur RCOH flex ( <i>flex RCOH receiver</i> )
GMP	procédure de mappage générique ( <i>generic mapping procedure</i> )
HAO	ajustement transparent d'un signal ODUflex ( <i>hitless adjustment of ODUflex</i> )
HO	ordre supérieur ( <i>high order</i> )
LC	connexion de liaison ( <i>link connection</i> )
LCAS	système d'ajustement de la capacité de liaison ( <i>link capacity adjustment scheme</i> )
LCR	redimensionnement de connexion de liaison ( <i>link connection resize</i> )
LG	générateur LCR ( <i>LCR generator</i> )
LO	ordre inférieur ( <i>low order</i> )
LR	récepteur LCR ( <i>LCR receiver</i> )
MC	connexion matricielle ( <i>matrix connection</i> )
MSI	identifiant de la structure multiplex ( <i>multiplex structure identifier</i> )
NACK	acquittement négatif ( <i>negative acknowledgement</i> )
NCS	état de la connectivité du réseau ( <i>network connectivity status</i> )
NE	élément de réseau ( <i>network element</i> )
ODU	unité de données de canal optique ( <i>optical channel data unit</i> )
ODUk	unité de données de canal optique de niveau k ( <i>optical channel data unit-k</i> )
OH	préfixe ( <i>overhead</i> )
OPU	unité de données utiles de canal optique ( <i>optical channel payload unit</i> )
OPUk	unité de données utiles de canal optique de niveau k ( <i>optical channel payload unit-k</i> )
OTN	réseau de transport optique ( <i>optical transport network</i> )



PSI	identifiant de la structure des données utiles ( <i>payload structure identifier</i> )
RCOH	préfixe de commande de redimensionnement ( <i>resize control overhead</i> )
RES	réservé pour une normalisation internationale future
RG	générateur RCOH ( <i>RCOH generator</i> )
RMF	multiframe de redimensionnement ( <i>resize multiframe</i> )
RP	protocole de redimensionnement ( <i>resizing protocol</i> )
RR	récepteur RCOH ( <i>RCOH receiver</i> )
SDL	langage de description et de spécification ( <i>specification and description language</i> )
TPID	identifiant de port d'affluent ( <i>tributary port ID</i> )
TS	intervalle d'affluent ( <i>tributary slot</i> )
TSCC	contrôle de connectivité d'intervalle d'affluent ( <i>tributary slot connectivity check</i> )
TSGS	état de groupe d'intervalles d'affluent ( <i>tributary slot group status</i> )
TSOH	préfixe d'intervalle d'affluent ( <i>tributary slot overhead</i> )
VCAT	concaténation virtuelle ( <i>virtual concatenation</i> )
xI	CI ou MI ou AI

## 5 Conventions

**Ordre de transmission:** L'ordre de transmission de l'information dans tous les diagrammes de la présente Recommandation est de gauche à droite et de haut en bas. Dans chaque octet, le bit de plus fort poids est transmis en premier. Le bit de plus fort poids (bit 1) est représenté à gauche dans tous les diagrammes.

**Valeur des bits réservés:** La valeur d'un bit de préfixe réservé pour une normalisation internationale future ou tout simplement réservé doit être mise à "0".

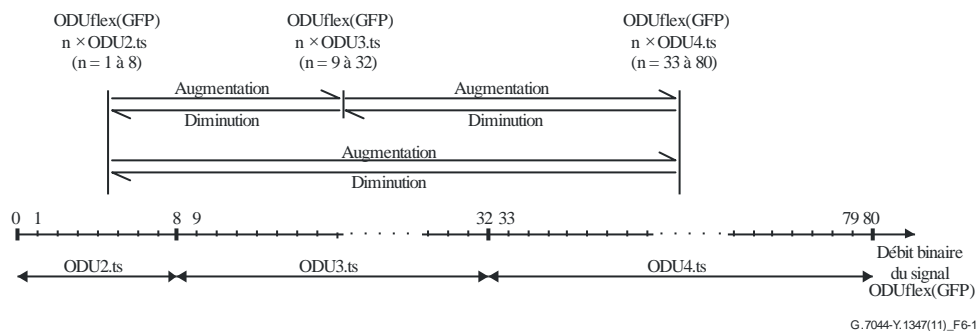
## 6 Introduction

L'ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP) (HAO) est un mécanisme de redimensionnement dans le réseau de transport optique (OTN) qui lui permet de d'augmenter ou de diminuer le débit de données client ODUflex(GFP) sur la totalité du trajet de bout en bout. A bien des égards, il est similaire au système d'ajustement de capacité de liaison/concaténation virtuelle (VCAT/LCAS). Il est à noter qu'à la différence de la concaténation virtuelle, pour laquelle chaque élément du conteneur de bout en bout est une unité de données de canal optique de niveau k (ODUk) pour laquelle la connexion à travers le réseau OTN se fait de manière indépendante par rapport à tous les autres éléments ODUk du même conteneur, un signal ODUflex est acheminé sur un même trajet de bout en bout via un groupe d'intervalles d'affluent sur chaque unité de données utiles de canal optique de niveau k d'ordre supérieur (OPUk HO) du trajet. Par rapport au système VCAT/LCAS, le redimensionnement ODUflex(GFP) présente l'avantage suivant: étant donné que tous les intervalles d'affluent qui transportent le signal client ODUflex(GFP) suivent le même trajet de la source du réseau OTN à la destination, aucune compensation n'est nécessaire pour les différents intervalles d'affluent ayant des temps de transmission différents. De plus, le signal ODUflex constitue une seule et même entité gérée, contrairement à chaque membre d'un groupe VCAT, qui contient des entités gérées distinctes. Il est également à noter qu'à la différence du redimensionnement VCAT/LCAS, qui nécessite la participation des seuls éléments en limite de réseau, l'ajustement HAO nécessite la participation de tous les éléments de réseau situés le long du trajet ODUflex(GFP).

## 6.1 Méthodologie

La fonctionnalité HAO dans les fonctions source et destination d'adaptation ODUflex(GFP)/paquet et dans les fonctions source et destination d'adaptation ODUk HO/ODUflex LO offre un mécanisme de commande pour augmenter ou diminuer de manière transparente la capacité d'une connexion ODUflex(GFP) pour répondre aux besoins de bande passante de l'application. Pour pouvoir procéder à un ajustement transparent de la bande passante d'une connexion ODUflex(GFP), tous les nœuds de la connexion doivent prendre en charge le protocole HAO, faute de quoi il faut libérer la connexion et en rétablir une. L'ajustement du débit binaire du signal ODUflex(GFP) a lieu simultanément dans tous les nœuds de la connexion ODUflex(GFP) pour éviter tout débordement ou sous-remplissage des tampons.

Un signal ODUflex(GFP) redimensionnable occupe le même nombre d'intervalles d'affluent sur chaque liaison du serveur. En cas d'ajustement de la bande passante (augmentation ou diminution), il doit y avoir le même nombre d'intervalles d'affluent (au moins un) sur chaque liaison traversée par le signal ODUflex(GFP) redimensionné. Les débits binaires d'un signal ODUflex(GFP) redimensionnable, spécifiés dans le Tableau 7-8 de la Recommandation [UIT-T G.709], sont illustrés dans la Figure 6-1, où  $n$  est le nombre d'intervalles d'affluent qui sont assignés au signal ODUflex(GFP) redimensionnable. L'application HAO prend en charge l'augmentation ou la diminution de la bande passante ODUflex(GFP) de l'intervalle de  $n$  actuel à un intervalle de  $n$  différent si la liaison du serveur le permet.



**Figure 6-1 – Débit binaire recommandé du signal ODUflex(GFP) dans la fonctionnalité HAO**

La modification des configurations de connexion matricielle et de liaison ODUflex(GFP) relève du plan de gestion ou de commande du réseau.

## 6.2 Préfixe de commande

La synchronisation des modifications de la capacité d'une connexion ODUflex(GFP) est assurée grâce au préfixe de commande de redimensionnement (RCOH), lequel est constitué de champs dédiés à des fonctions spécifiques. Les modifications sont envoyées à l'avance afin que le récepteur puisse passer à la nouvelle configuration dès que le préfixe RCOH arrive.

Le préfixe RCOH est transporté dans le préfixe d'intervalle d'affluent (TSOH) OPUk HO et le préfixe OPUflex, comme indiqué à la Figure 6-2. Ces octets de préfixe RCOH (RCOH1, RCOH2 et RCOH3) sont situés dans la colonne 15, lignes 1, 2 et 3. Le préfixe RCOH OPUk HO est transporté dans l'intervalle d'affluent qui doit être ajouté ou supprimé. Si plusieurs intervalles d'affluent sont concernés par une même opération de redimensionnement, le protocole est signalé dans les préfixes RCOH de tous ces intervalles d'affluent à ajouter ou à supprimer. Les préfixes RCOH de ces intervalles d'affluent concernés par la même opération de redimensionnement sont toujours les mêmes et transmis de façon identique.

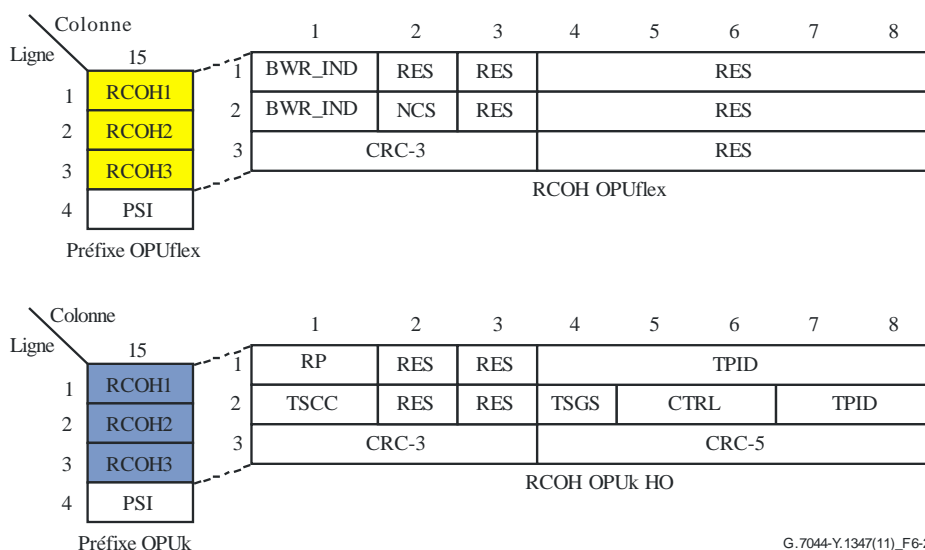
NOTE – La présente Recommandation spécifie uniquement le préfixe RCOH pour le protocole HAO. Pour l'utilisation de ces octets pour d'autres applications, voir la Recommandation [UIT-T G.709].

Le préfixe RCOH est divisé en deux parties: préfixe de protocole de redimensionnement de connexion de liaison (LCR) et préfixe de protocole de redimensionnement de bande passante (BWR).

Le préfixe de protocole LCR comprend le champ de commande (CTRL), le champ d'identification de port d'affluent (TPID) et le bit d'état de groupe d'intervalles d'affluent (TSGS).

Le préfixe de protocole BWR comprend le bit d'état de connectivité du réseau (NCS), le bit de contrôle de connectivité d'intervalle d'affluent (TSCC), le bit d'indication de protocole de redimensionnement (RP) et le bit d'indication de redimensionnement de bande passante (BWR\_IND).

Les bits du protocole LCR et les bits RP et TSCC du protocole BWR sont transportés dans le préfixe d'intervalle d'affluent OPUk (k = 2, 3, 4) HO et les bits NCS et BWR\_IND du protocole BWR sont transportés dans le préfixe OPUflex.



G.7044-Y.1347(11)\_F6-2

**Figure 6-2 – Format du préfixe RCOH**

Ce préfixe RCOH prend en charge les champs de commande LCR ODUflex(GFP) et BWR ODUflex(GFP). Par défaut, tous les bits de ce préfixe RCOH sont à 0.

### 6.2.1 Champ de commande (CTRL)

Le champ de commande sert à transférer les informations d'état du protocole LCR de la source à la destination. Il est utilisé pour indiquer l'opération à appliquer à l'intervalle d'affluent considéré qui appartient à une connexion ODUflex(GFP) déterminée. Le champ CTRL fait partie du préfixe de protocole LCR et est transporté dans le préfixe OPUk (k = 2, 3, 4) HO, ligne 2, colonne 5 et 6.

**Tableau 6-1 – Mots de commande HAO**

Valeur	Commande	Remarques
00	IDLE	Indication que le nœud a terminé l'opération LCR et qu'il n'y a pas de nouvelle opération LCR. La commande IDLE peut également être transmise pendant un court laps de temps au début de l'opération avant la transmission de la commande ADD/REMOVE.
01	ADD	Indication que l'intervalle d'affluent doit être ajouté à la connexion ODUflex(GFP).
10	REMOVE	Indication que l'intervalle d'affluent doit être supprimé de la connexion ODUflex(GFP).
11	NORM	Indication que l'opération LCR débutera à la limite de multiframe de redimensionnement suivante lorsque la commande NORM est envoyée après la commande ADD ou REMOVE à une limite de multiframe de redimensionnement.

### 6.2.2 Champ d'identification de port d'affluent (TPID)

Le champ TPID sert à identifier le port d'affluent et contient le numéro de port de l'affluent concerné par l'ajout ou la suppression d'un intervalle d'affluent. Il fait partie du préfixe de protocole LCR et est transporté dans le préfixe OPU<sub>k</sub> (k = 2, 3, 4) HO, ligne 1, colonne 15, bits 4 à 8, et ligne 2, colonne 15, bits 7 et 8.

Ligne 1					Ligne 2	
4	5	6	7	8	7	8

000 0000: port d'affluent 1  
 000 0001: port d'affluent 2  
 000 0010: port d'affluent 3  
 000 0011: port d'affluent 4  
 :  
 10 01111: port d'affluent 80

**Figure 6-3 – Codage du champ TPID**

### 6.2.3 Bit d'état de groupe d'intervalles d'affluent (TSGS)

Le bit TSGS sert à envoyer un acquittement de connexion de liaison.

Dans le cas d'une augmentation de la bande passante, le bit TSGS est généré par la destination OPU HO pour confirmer à la source OPU HO, d'une part, s'il existe bien une correspondance entre les intervalles d'affluent indiqués comme étant ajoutés dans les champs CTRL et TPID reçus et la configuration de ces intervalles d'affluent (par le plan de gestion ou le plan de commande) au niveau de la destination et, d'autre part, si la destination OPU HO est bien prête à prendre en charge l'augmentation de ODTU<sub>k</sub>.M à ODTU<sub>k</sub>.M+N.

Dans le cas d'une diminution de la bande passante, le bit TSGS est généré par la destination OPU HO pour confirmer à la source OPU HO, d'une part, si la bande passante ODUflex(GFP) a bien été diminuée et si la destination OPU HO a bien quitté le mode spécial GMP après avoir reçu TSCC = 0 dans le sens source-destination et, d'autre part, si la destination OPU HO est bien prête à prendre en charge la diminution de ODTU<sub>k</sub>.M à ODTU<sub>k</sub>.M-N.

Le bit TSGS d'acquittement de connexion de liaison peut prendre deux valeurs: ACK(1) et NACK (0). Il fait partie du préfixe de protocole LCR et est transporté dans le préfixe OPUk (k = 2, 3, 4) HO, ligne 2, colonne 15, bit 4.

#### **6.2.4 Bit de contrôle de connectivité d'intervalle d'affluent (TSCC)**

Le bit TSCC sert à contrôler la connectivité de la connexion de liaison et de la connexion ODUflex(GFP). Il transporte des informations de signalisation associées à un intervalle d'affluent qui est ajouté ou supprimé et est transmis bond par bond de la source à la destination. Au départ, la valeur du bit TSCC est mise à 0.

Pendant le redimensionnement, TSCC = 1 permet de confirmer le mode spécial GMP au niveau des nœuds intermédiaires et de signaler à la destination que tous les éléments de réseau dans le sens source-destination sont prêts à prendre en charge l'opération de redimensionnement de la bande passante.

Une fois l'opération de redimensionnement ODUflex(GFP) terminée, la source utilise TSCC = 0 pour indiquer que le redimensionnement de la bande passante est terminé et qu'elle a quitté le mode spécial GMP dans le sens source-destination. Déclenchant la sortie du mode spécial GMP au niveau des nœuds intermédiaires et de la destination, il n'est transmis par les nœuds intermédiaires que lorsqu'ils ont quitté le mode spécial GMP.

Le bit TSCC fait partie du préfixe de protocole BWR et est transporté dans le préfixe OPUk (k = 2, 3, 4) HO, ligne 2, colonne 15, bit 1.

#### **6.2.5 Bit d'état de connectivité du réseau (NCS)**

Le bit NCS sert à envoyer un acquittement de connexion de réseau. Il est défini comme une indication d'acquittement de bout en bout dans le préfixe OPUflex. La destination ODUflex(GFP) l'utilise pour confirmer directement à la source ODUflex(GFP) la réception de la valeur TSCC correcte. Les nœuds intermédiaires n'ont pas besoin de traiter ce signal car il est transparent pour eux.

Lorsque la destination reçoit TSCC = 1, elle utilise NCS = 1 pour confirmer la fin de la préparation du redimensionnement du trajet source-destination. Lorsque la destination reçoit TSCC = 0, elle utilise NCS = 0 pour confirmer la fin du redimensionnement BWR. Le NCS est transmis de façon transparente par chaque nœud intermédiaire jusqu'à la source.

Le bit NCS fait partie du préfixe de protocole BWR et est transporté dans le préfixe OPUflex, ligne 2, colonne 15, bit 2.

#### **6.2.6 Bit d'indication de protocole de redimensionnement (RP)**

Le bit RP sert à indiquer si le protocole de redimensionnement est signalé dans le préfixe RCOH. RP = 1 indique que le préfixe RCOH est utilisé pour le protocole de redimensionnement. Lorsque RP = 0, ces octets transportent un préfixe associé aux informations propres au mappage, par exemple le préfixe GMP (C<sub>n</sub>D), défini dans la Recommandation G.709. Au début de l'opération de redimensionnement, le plan de gestion ou le plan de commande devrait mettre le bit RP à 1. Comme indiqué ci-dessous, la source réinitialise le bit RP à 0 pour indiquer qu'elle a terminé tout le traitement du protocole de redimensionnement. RP = 0 met fin à la retransmission des informations TSCC et à toutes les autres opérations de traitement du redimensionnement dans ce sens dans les nœuds intermédiaires. Lorsqu'un nœud intermédiaire reçoit RP = 0, il le retransmet après avoir confirmé qu'il a quitté le mode spécial GMP et qu'il a terminé le traitement du protocole LCR dans ce sens. Lorsque la destination reçoit RP = 0, elle confirme que la source et tous les nœuds intermédiaires ont terminé le traitement du redimensionnement. La destination peut alors signaler la fin du redimensionnement au plan de gestion ou de commande du réseau.

Le bit RP fait partie du préfixe de protocole BWR et est transporté dans le préfixe OPUk (k = 2, 3, 4) HO, ligne 1, colonne 15, bit 1.

### 6.2.7 Bit d'indication de redimensionnement de bande passante (BWR\_IND)

Le bit BWR\_IND sert à indiquer que la source ODUflex(GFP) procède à l'ajustement du débit du signal ODUflex(GFP). Il est mis à "0" avant que l'ajustement du débit du signal ODUflex(GFP) débute. Lorsque l'indicateur BWR\_IND passe de "0" à "1", la source ODUflex(GFP) doit démarrer le redimensionnement  $x \mu\text{s}$  plus tard. Lorsque l'indicateur BWR\_IND passe de "1" à "0", la source ODUflex(GFP) doit arrêter le redimensionnement  $y \mu\text{s}$  plus tard.  $x$  est pratiquement égal à  $y$  et doit être compris entre 125 et 250  $\mu\text{s}$ .

L'indicateur BWR\_IND sert à déclencher le démarrage du redimensionnement dans les nœuds en aval, et à signaler la fin du redimensionnement. Voir les § 7.1.1 et 7.2.1.

Le signal BWR\_IND est codé dans le bit 1 des octets RCOH1 et RCOH2 du signal ODUflex(GFP), comme indiqué à la Figure 6-2. Lorsque l'indicateur BWR\_IND est positionné, les deux bits sont mis à '1', et lorsqu'il est réinitialisé, les deux bits sont mis à '0'. Le récepteur détermine tout changement d'état de l'indicateur BWR\_IND après examen de l'octet RCOH3. Les valeurs du champ CRC-3 permettent de détecter si le bit BWR\_IND de l'octet RCOH1 ou RCOH2 est erroné, et peuvent être utilisées pour déterminer la valeur correcte. Les règles au niveau du récepteur sont les suivantes:

Le récepteur détermine que l'indicateur BWR\_IND est positionné, après examen des octets RCOH1-RCOH3, lorsque les bits BWR\_IND des deux octets RCOH1 et RCOH2 sont mis à '1' et que la valeur du champ CRC-3 reçu correspond à l'envoi par la source de l'indicateur BWR\_IND mis à '1' (et du bit NCS mis à '1').

Le récepteur détermine que l'indicateur BWR\_IND est réinitialisé, après examen des octets RCOH1-RCOH3, lorsque les bits BWR\_IND des deux octets RCOH1 et RCOH2 sont mis à '0' et que la valeur du champ CRC-3 reçu correspond à l'envoi par la source de l'indicateur BWR\_IND mis à '0' (et du bit NCS mis à '1').

Dans les autres cas, le récepteur maintient sa valeur en cours pour l'indicateur BWR\_IND reçu.

NOTE – Si les deuxième et troisième bits de l'octet RCOH1 et le troisième bit de l'octet RCOH2 valent '0' et que le bit NCS vaut '1', la valeur correspondante du champ CRC-3 est égale à 110 lorsque BWR\_IND = 1 et à 111 lorsque BWR\_IND = 0.

### 6.2.8 Champ CRC

Pour simplifier la validation des modifications du préfixe RCOH, un champ CRC est utilisé pour protéger le préfixe du protocole de redimensionnement. Comme indiqué à la Figure 6-2, le préfixe RCOH est divisé en deux parties. Le champ CRC3 couvre le bit RP ainsi que le protocole BWR dans la zone de préfixe OPU HO et dans la zone de préfixe ODUflex(GFP). Le champ CRC5 couvre le protocole LCR. Etant donné que les bits non utilisés sont à 0 et que, pour un mot ayant tous ses bits à 0, tous les bits du reste CRC sont à 0, le contrôle CRC-3 est toujours valable, y compris en l'absence d'utilisation pour le redimensionnement. De même, le contrôle CRC-5 est valable si les champs concernés ne contiennent pas d'information (tous les bits sont à 0) ou CnD. Le contrôle CRC est effectué après la réception, et le contenu est rejeté en cas d'échec du test. En cas de réussite du test CRC, le contenu du préfixe RCOH est utilisé immédiatement.

Le champ CRC-3 est calculé sur les bits 1 à 3 des octets RCOH1 et RCOH2. On utilise le polynôme générateur  $g(x) = x^3 + x^2 + 1$ , et le calcul est effectué comme suit:

- 1) les bits 1 à 3 de l'octet RCOH1 et les bits 1 à 3 de l'octet RCOH2 sont pris dans l'ordre de transmission dans le réseau, le bit de plus fort poids en premier, pour former une séquence de 6 bits représentant les coefficients d'un polynôme  $M(x)$  de degré 5;
- 2)  $M(x)$  est multiplié par  $x^3$  et divisé (modulo 2) par  $G(x)$ , ce qui produit un reste  $R(x)$  de degré 2 ou moins;
- 3) les coefficients de  $R(x)$  sont considérés comme étant une séquence de 3 bits, où  $x^2$  correspond au bit de plus fort poids;

- 4) la séquence de 3 bits est la valeur du champ CRC-3, où le premier bit du champ CRC-3 à transmettre est le coefficient de  $x^2$  et le dernier est le coefficient de  $x^0$ .

Le processus de démappage effectue les étapes 1 à 3 de la même manière que le processus de mappage. En l'absence d'erreurs sur les bits, le reste doit être égal à 000.

Une mise en œuvre logique parallèle du champ CRC-3 source est illustrée dans le Tableau 6-2.

**Tableau 6-2 – Equations logiques parallèles pour la mise en œuvre du contrôle CRC-3**

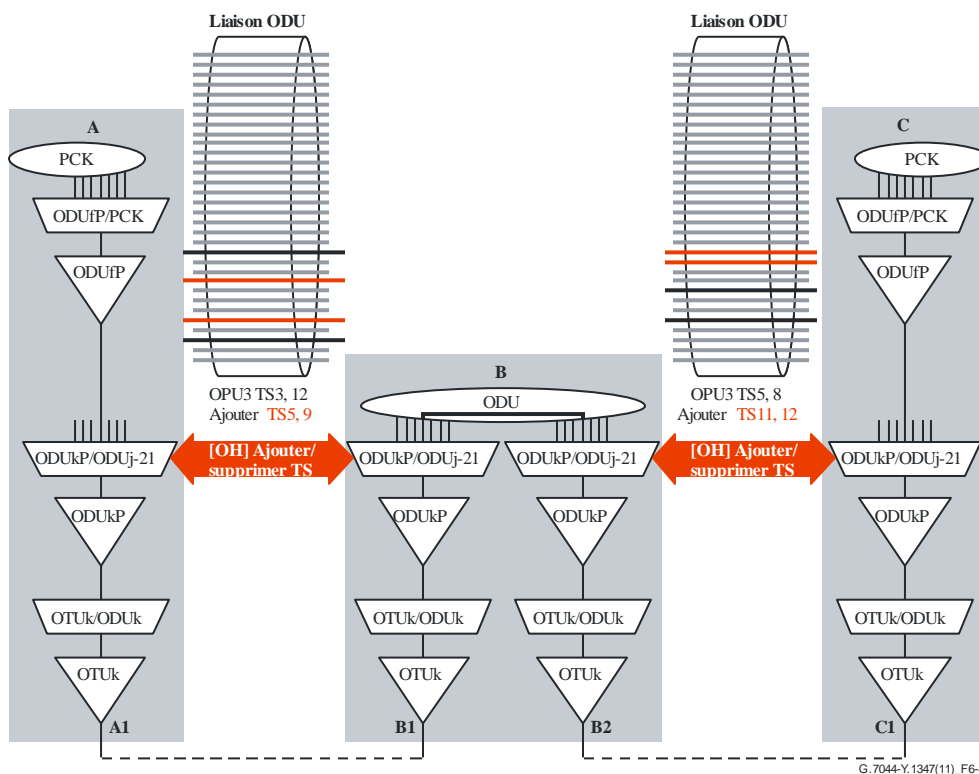
Mappage des bits du préfixe	Bits de la somme de contrôle CRC		
	crc1	crc2	crc3
bit 1 de l'octet RCOH1		X	
bit 2 de l'octet RCOH1			X
bit 3 de l'octet RCOH1	X	X	
bit 1 de l'octet RCOH2		X	X
bit 2 de l'octet RCOH2	X	X	X
bit 3 de l'octet RCOH2	X		X

Le champ CRC5 et son calcul sont définis dans l'Annexe D de la Recommandation [UIT-T G.709].

### 6.3 Protocole de redimensionnement

#### 6.3.1 Protocole de redimensionnement de connexion de liaison (LCR)

Le protocole LCR a un processus LCR\_Source dans la fonction ODUkP/ODUj-21\_A\_So et un processus LCR\_Sink dans la fonction ODUkP/ODUj-21\_A\_Sk. Le processus LCR\_Source communique avec le processus LCR\_Sink pour ajuster l'attribution des intervalles d'affluent à la connexion ODUflex(GFP). Chaque connexion de liaison du chemin ODUflex(GFP) a son propre protocole LCR. Le préfixe LCR est transporté dans les octets RCOH1-RCOH3 OPU HO indiqués à la Figure 6-2.



**Figure 6-4 – Protocole LCR**

Le protocole LCR utilise les champs CTRL, TSGS et TPID définis au § 6.2.

### 6.3.2 Protocole de redimensionnement de bande passante (BWR)

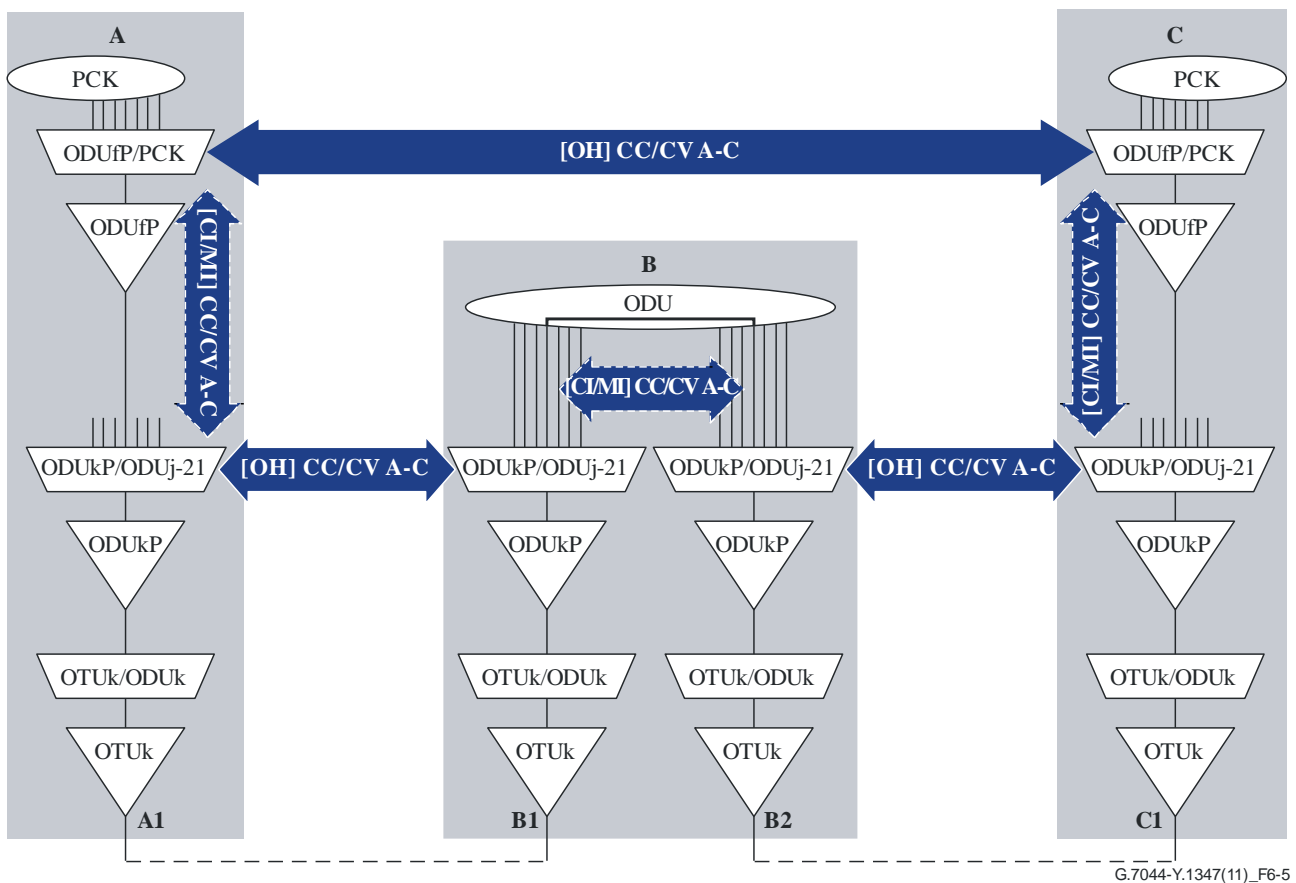
Le protocole BWR a un processus BWR\_Source dans la fonction ODUfP/PCK\_A\_So et un processus BWR\_Sink dans la fonction ODUfP/PCK\_A\_Sk. Le processus BWR\_Source communique avec le processus BWR\_Sink par deux moyens, indirectement par l'intermédiaire des processus BWR\_Relay dans les fonctions ODUkP/ODUj-21\_A et directement via le préfixe OPUflex pour vérifier la cohérence de la configuration des intervalles d'affluent à ajouter ou à supprimer dans les connexions de liaison ODUflex(GFP) le long du chemin et vérifier la connectivité de réseau du chemin.

Le long du chemin, chaque fonction ODUkP/ODUj-21\_A\_So a un processus BWR\_Relay\_So et chaque fonction ODUkP/ODUj-21\_A\_Sk a un processus BWR\_Relay\_Sk. Les fonctions BWR\_Relay\_So et BWR\_Relay\_Sk adjacentes communiquent entre elles via la fonction ODU\_C en utilisant des signaux ODUflex\_CI propres à l'équipement ou via la fonction EMF en utilisant des signaux ODUflex\_MI propres à l'équipement.

Le processus BWR\_Source communique avec la fonction BWR\_Relay\_So au moyen de signaux ODUflex\_CI propres à l'équipement ou via la fonction EMF en utilisant des signaux ODUflex\_MI propres à l'équipement.

Le processus BWR\_Sink communique avec la fonction BWR\_Relay\_Sk au moyen de signaux ODUflex\_CI propres à l'équipement ou via la fonction EMF en utilisant des signaux ODUflex\_MI propres à l'équipement.





G.7044-Y.1347(11)\_F6-5

**Figure 6-5 – Protocole BWR**

Le protocole BWR utilise les champs TSCC, NCS et BWR\_IND définis au § 6.2.

#### 6.4 Interaction avec le plan de gestion/commande

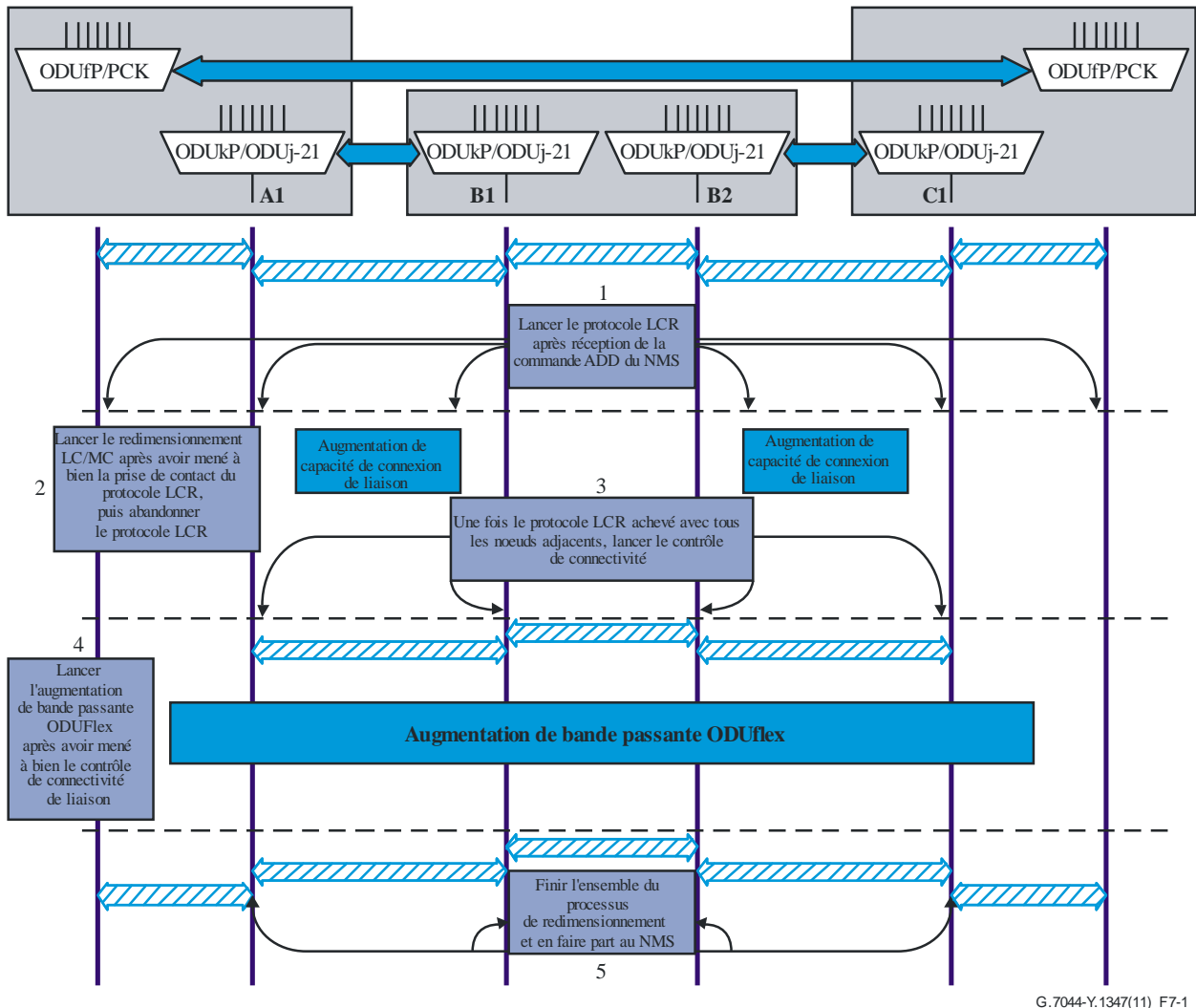
Le plan de gestion/commande interagit étroitement avec le protocole HAO pour ce qui est de déterminer quels intervalles d'affluent de quelle connexion de liaison ou connexion matricielle doivent être ajoutés ou supprimés et de vérifier que l'opération de redimensionnement a été menée à bien. En outre, le plan de gestion/commande détermine les identifiants TPID utilisés pour identifier le port de l'affluent concerné par l'ajout ou la suppression des intervalles d'affluents d'une liaison. Du point de vue du plan de commande, il est important de noter qu'une connexion de liaison n'englobe pas tous les intervalles d'affluent ODUflex, mais l'ensemble des intervalles d'affluent OPUk HO qui transportent le client ODUflex. Il est également important de signaler que, du point de vue du plan de commande, aucune hypothèse ne devrait être faite pour ce qui est d'ordonner le redimensionnement de la connexion de liaison sur le trajet de bout en bout. Il est également à noter que plusieurs signaux ODUflex(GFP) commençant et/ou finissant à des endroits différents pourraient être transportés via des éléments de réseau intermédiaires. La coordination du redimensionnement ODUflex(GFP) dans de tels scénarios n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

### 7 Procédure de redimensionnement

Pour redimensionner une connexion ODUflex(GFP), les deux protocoles LCR et BWR sont utilisés. Pendant l'exécution du protocole LCR, les connexions matricielles dans tous les nœuds de la connexion ODUflex(GFP) doivent prendre en charge l'augmentation ou la diminution de capacité correspondante. Les détails de cette prise en charge dépendent de l'équipement et n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

## 7.1 Augmentation de la bande passante

La Figure 7-1 montre la séquence d'interactions entre les protocoles LCR et BWR pendant une augmentation de capacité.



G.7044-Y.1347(11)\_F7-1

**Figure 7-1 – Schéma d'interfonctionnement dans le cas d'une augmentation de capacité**

Les étapes de la séquence pour une augmentation de capacité sont les suivantes:

- Étape 1 Chaque nœud lance le protocole LCR après réception de la commande ADD émanant du plan de gestion ou de commande du réseau. Chaque paire de fonctions source et destination ODUkP/ODUj-21\_A signale la commande [ADD] dans le champ CTRL LCR et attend l'acquittement [ACK] dans le bit TSGS LCR.
- Étape 2 Chaque nœud vérifie la configuration de l'ensemble d'intervalles d'affluent à ajouter. Il envoie un acquittement [ACK dans le bit TSGS LCR] de l'ajout uniquement si la configuration qu'il a est identique à celle signalée par le nœud situé à l'autre extrémité du tronçon. Après cette prise de contact, le nœud commence à augmenter la capacité de la connexion de liaison. Une fois l'augmentation terminée, le nœud abandonne le protocole LCR.
- Étape 3 Une fois le protocole LCR achevé, le nœud source ODUflex(GFP) lance le contrôle de connectivité d'intervalle d'affluent [TSCC = 1] dans chaque intervalle d'affluent ajouté. Chaque nœud intermédiaire retransmet les informations de protocole BWR sur la connexion de liaison ODUflex(GFP) redimensionnée pour faire progresser le contrôle de

connectivité d'intervalle d'affluent. Une fois achevé le protocole LCR aux deux ports, le nœud intermédiaire retransmet à son port de sortie les informations de protocole BWR [TSCC = 1] reçues à son port d'entrée.

- Etape 4 Les deux nœuds d'extrémité commencent à augmenter la bande passante ODUflex(GFP) une fois achevé le contrôle de connectivité d'intervalle d'affluent. Le redimensionnement est progressif pour éviter tout débordement du tampon GMP.
- Etape 5 Le protocole BWR s'achève une fois l'augmentation de bande passante terminée. Les deux nœuds d'extrémité signalent au plan de gestion ou de commande du réseau la fin du processus d'augmentation de capacité.

La procédure détaillée d'augmentation de la bande passante est divisée en deux parties – protocole LCR et protocole BWR – illustrées séparément aux Figures 7-2 et 7-3. Dans cette description, on utilise pour la signalisation LCR le format [<valeur de CTRL>, <numéro de TPID>, <valeur de TSGS>].

La Figure 7-2 montre le protocole LCR pour l'augmentation de bande passante. La description détaillée est la suivante.

- 1) Chaque nœud lance le protocole LCR et le protocole BWR après réception de la commande INCREASE émanant du plan de gestion ou de commande du réseau. Après réception de cette commande, chaque nœud vérifie la disponibilité des intervalles d'affluent à ajouter (dans la fonction EMF). Pour les nœuds intermédiaires, les ports envoient [ADD, #a, NACK] (générateur LCR) ainsi que RP = 1 et TSCC = 0 (générateur relais BWR) une fois la disponibilité vérifiée. Pour les deux nœuds d'extrémité, les ports envoient [ADD, #a, NACK] (générateur LCR) ainsi que RP = 1 et TSCC = 0 (générateur relais BWR).
- 2) Après avoir vérifié que le champ CTRL = ADD a été reçu en provenance du port situé à l'autre extrémité du tronçon (générateur LCR) et que la configuration des intervalles d'affluent au port local est identique à celle signalée par le port situé à l'autre extrémité du tronçon (récepteur RCOH), chaque port envoie le signal TSGS = ACK (générateur LCR) comme réponse au port adjacent.
- 3) Chaque port lance le processus d'augmentation de capacité de la connexion de liaison une fois menée à bien la prise de contact LCR dans les deux sens, ce qui signifie que la configuration a été vérifiée avec succès et que TSGS = ACK a été à la fois envoyé (générateur LCR) et reçu (récepteur LCR) sur tous les intervalles d'affluent concernés par le même redimensionnement de connexion de liaison. Après réception de l'acquiescement ACK pour tous les intervalles d'affluent ajoutés, le port envoie d'abord [NORM, #a, ACK] au lieu de [ADD, #a, ACK] pour tous les intervalles d'affluent ajoutés à une limite de multiframe de redimensionnement après la prise de contact LCR. Il est à noter que le laps de temps entre le moment où un nœud reçoit les acquiescements ACK pour tous les intervalles d'affluent et la limite de multiframe de redimensionnement à laquelle il lance l'envoi de [NORM, #a, ACK] dépend de la mise en œuvre. Ensuite, à la première limite de multiframe de redimensionnement après l'envoi de [NORM, #a, ACK], le nœud lance l'augmentation de la capacité de la connexion de liaison en utilisant tous les intervalles d'affluent ajoutés. Le remplacement de [ADD, #a, ACK] par [NORM, #a, ACK] signale au port en aval que l'augmentation de capacité de la connexion de liaison commencera à la prochaine limite de multiframe de redimensionnement suivante.

- 4) Après avoir achevé le redimensionnement LCR et avoir reçu CTRL = NORM, le nœud abandonne le protocole LCR en envoyant [IDLE, 0, NACK] (générateur LCR) pour tous les intervalles d'affluent ajoutés à la limite de multitrame de redimensionnement P. En d'autres termes, tous les intervalles d'affluent concernés effectuent simultanément la transition de signalisation (dans la même multitrame de redimensionnement).
- 5) Après vérification du fait que CTRL = IDLE a été reçu en provenance du port situé à l'autre extrémité du tronçon (générateur LCR), le protocole LCR prend fin dans un sens. Commence alors le protocole BWR.

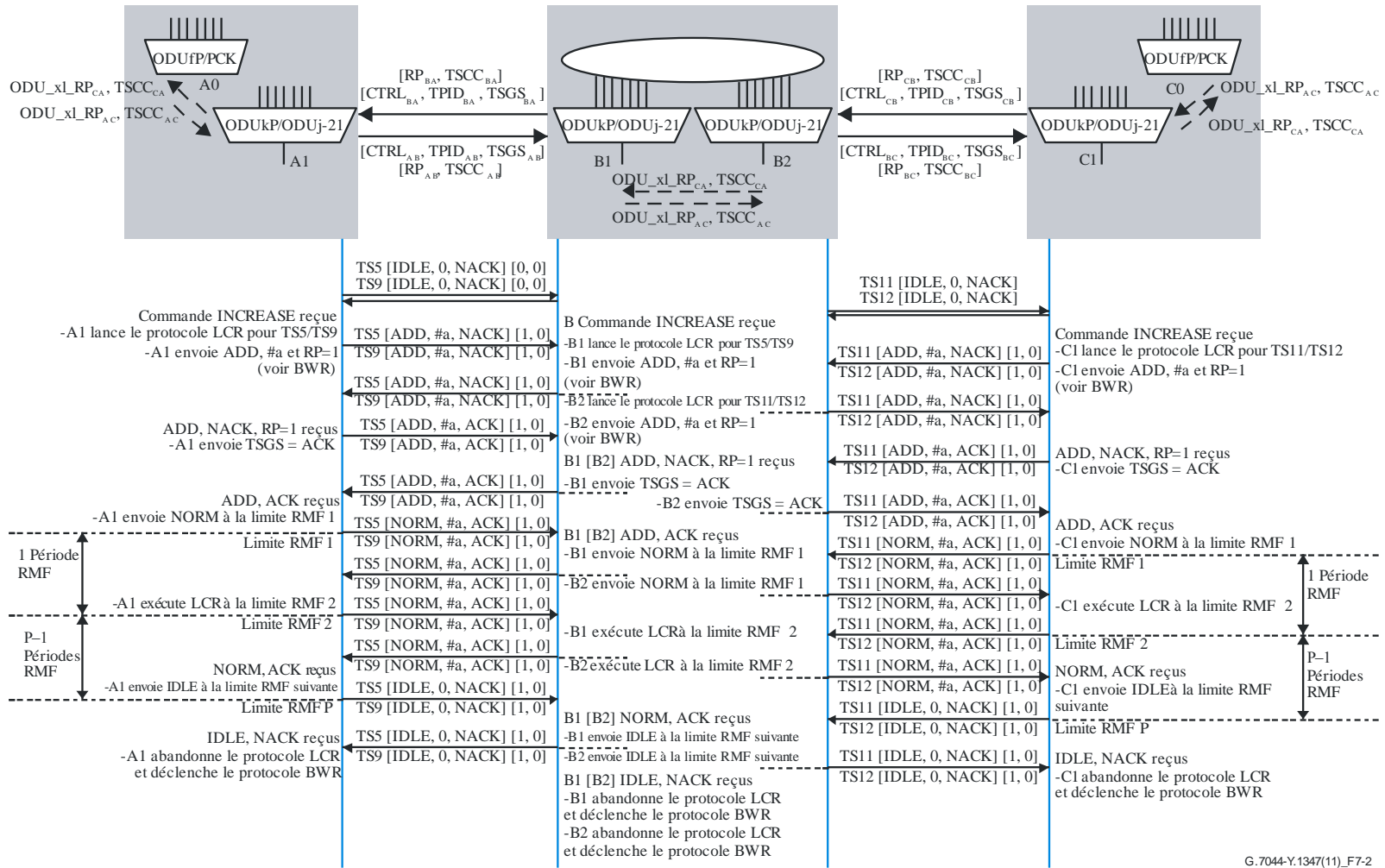


Figure 7-2 – Protocole LCR pour l'augmentation de bande passante

Les étapes du protocole BWR pour l'augmentation de bande passante (Figure 7-3) sont les suivantes:

- 1) Une fois que le protocole LCR est terminé et que  $SCC = 1$  est reçu dans le sens de la destination, le port d'entrée commence à faire passer son processeur de destination GMP en mode spécial (récepteur relais BWR). Lorsque le protocole LCR est terminé dans le sens de la source, le port de sortie fait passer son processeur source GMP en mode spécial (générateur relais BWR). Le nœud est censé effectuer tous les ajustements de tampon interne requis associés au changement de taille de mot avant de passer en mode spécial GMP dans un sens donné. Après le passage de ces processeurs de destination et source GMP en mode spécial et la confirmation qu'il n'y a pas de défauts dTIM associés aux nouvelles connexions matricielles au niveau des nœuds en amont, le nœud retransmet  $TSCC = 1$  dans ce sens et désactive les actions résultant de défauts dTIM TCM pendant la durée du protocole BWR (en utilisant TIMActDis). La retransmission de  $TSCC = 1$  par tous les nœuds intermédiaires permet de le transmettre de la source à la destination.
- 2) Lorsque  $TSCC = 1$  et  $RP = 1$  pour tous les intervalles d'affluent ajoutés atteignent le nœud de destination ODUflex(GFP), le port d'entrée répond en mettant  $NCS = ACK(1)$  (générateur BWR) pour indiquer que dans ce sens tout le trajet est OK et que sa configuration correspond à la configuration des intervalles d'affluent indiquée dans les valeurs  $TSCC$  reçues (récepteur RCOH). Etant donné que le bit  $NCS$  est situé dans la zone du préfixe ODUflex(GFP),  $NCS = ACK(1)$  est transmis de façon transparente par chaque port intermédiaire jusqu'à revenir au nœud ODUflex(GFP) à l'autre extrémité.
- 3) Lorsque le nœud d'extrémité reçoit  $TSCC = 1$ ,  $RP = 1$  et  $NCS = ACK$  et a envoyé  $NCS = ACK$  en réponse à  $TSCC = 1$ , la signalisation bidirectionnelle est terminée. Le nœud débute alors l'augmentation de bande passante. Pour commencer,  $BWR\_IND$  est mis à 1. Voir le § 7.1.1 pour plus de détails sur la vitesse d'augmentation. L'augmentation de bande passante se termine après avoir mis  $BWR\_IND$  à 0.
- 4) Le nœud source ODUflex(GFP) commence à envoyer  $TSCC = 0$  au lieu de  $TSCC = 1$  (générateur BWR) pour signaler que l'augmentation de bande passante est achevée et qu'il retourne au mode normal GMP dans le sens émission.
- 5) Lorsqu'un port d'entrée intermédiaire reçoit  $TSCC = 0$  et  $RP = 1$ , il fait passer son processeur de destination GMP en mode normal (récepteur relais BWR) et transmet  $TSCC = 0$  au port de sortie. Lorsque l'augmentation de bande passante est terminée et que  $TSCC = 0$  est reçu, le port de sortie fait passer son processeur source GMP en mode normal (générateur relais BWR). Après le passage de ces processeurs GMP en mode normal, le nœud retransmet immédiatement  $TSCC = 0$  dans ce sens.
- 6) Lorsque  $TSCC = 0$  atteint la destination ODUflex(GFP) (récepteur BWR), la source ODUflex(GFP) associée envoie une réponse en mettant  $NCS = NACK$  (générateur BWR).
- 7) Lorsque le nœud d'extrémité reçoit et envoie  $NCS = NACK$ , il commence à envoyer des trames avec  $RP = 0$  (générateur BWR). Lorsqu'un nœud intermédiaire reçoit  $RP = 0$  (récepteur relais BWR), il le transmet de façon transparente au nœud en aval (générateur relais BWR). L'opération d'augmentation est terminée lorsque  $RP = 0$  est arrivé à l'autre nœud d'extrémité, indiquant que les nœuds intermédiaires ont terminé la retransmission de l'information  $TSCC$  et toutes les autres opérations du protocole de redimensionnement. Lorsque le nœud de destination ODUflex(GFP) reçoit  $RP = 0$  et a envoyé  $RP = 0$  dans le sens opposé, il signale au plan de gestion ou de commande du réseau que le processus d'augmentation de capacité est achevé dans ce sens (générateur BWR).
- 8) Le processus total est terminé lorsque le plan de gestion ou de commande du réseau a reçu l'indication d'achèvement dans les deux sens.



### 7.1.1 Vitesse d'augmentation de la bande passante ODUflex(GFP)

Au cours du redimensionnement BWR (commandé par le nœud source, signalé aux nœuds en aval en utilisant le préfixe BWR\_IND), la cadence de l'horloge ODUflex(GFP) doit être augmentée à raison de 512 000 kbit/s<sup>2</sup> avec une tolérance de pente de  $\pm 100$  ppm [511 897 .. 512 102 kbit/s<sup>2</sup>], ce qui peut être obtenu par une augmentation de 8 bits toutes les 125  $\mu$ s. L'indicateur BWR\_IND est utilisé pour déclencher le démarrage et l'arrêt de l'augmentation dans les nœuds en aval.

L'Appendice I décrit des méthodes pour mesurer la performance du transfert de rythme dans un nœud intermédiaire.

Les données ODUflex(GFP) doivent être extraites de groupes de M octets successifs de la zone de données utiles ODTUk.M sous la commande du mécanisme de commande de données/remplissage GMP, comme défini au § 19.6 de la Recommandation [UIT-T G.709], et être placées dans le tampon. L'information Cn associée au signal ODUj est calculée à partir du paramètre Cm GMP transporté dans le préfixe JC1/2/3 du signal ODTUk.M, comme spécifié au § 19.6 de la Recommandation [UIT-T G.709]. Pour le mécanisme de commande de données/remplissage GMP, voir l'Annexe D de la Recommandation [UIT-T G.709].

Les données ODUflex(GFP) (CI\_D) doivent être extraites du tampon sous la commande de l'horloge ODUflex(GFP) (CI\_CK).

Processus de lissage et de limitation de gigue: la fonction doit assurer un lissage d'horloge et un stockage élastique (tampon). Le signal de données ODUflex(GFP) doit être placé dans le tampon sous la commande de l'horloge d'entrée ODUk (avec espacement irrégulier) associée (avec une précision de fréquence comprise dans l'intervalle  $\pm 20$  ppm). Le comportement doit être comme si le signal de données était extrait du tampon sous la commande d'une horloge ODUflex(GFP) lissée (le débit est déterminé par le signal ODUflex(GFP) à l'entrée de la fonction ODUkP/ODUflex-21\_A\_So distante).

Les paramètres d'horloge, y compris les exigences de gigue et de dérapage, définis dans l'Annexe A de la Recommandation [UIT-T G.8251] (horloge ODCp) s'appliquent.

Taille de tampon: en présence de gigue comme spécifié dans la Recommandation [UIT-T G.8251] et pour une fréquence comprise dans l'intervalle de tolérance spécifié pour le signal ODUj dans le Tableau 14-2, ce processus de justification ne doit introduire aucune erreur. L'hystérésis du tampon ne doit pas dépasser  $4 \times M$  octets pour un signal ODUflex(GFP) qui occupe M intervalles d'affluent.

### 7.1.2 Mise à jour de l'emplacement du préfixe GMP pendant l'augmentation de capacité

Le préfixe GMP est placé dans le dernier préfixe TSOH occupé par un signal ODUflex dans un signal OPUk HO. Quand on ajoute un intervalle d'affluent de numéro supérieur au signal ODUflex(GFP) pendant une augmentation de capacité (HAO), l'emplacement du préfixe GMP sera modifié.

Avant le redimensionnement LCR, la source place le préfixe GMP dans le dernier préfixe TSOH d'origine occupé par le signal ODUflex(GFP). De la même manière, la destination extrait le préfixe GMP du dernier préfixe TSOH d'origine occupé par le signal ODUflex(GFP).

Au cours de l'augmentation LCR, la source commence à envoyer [NORM, #a, ACK] au lieu de [ADD, #a, ACK] à une limite de multiframe de redimensionnement après la prise de contact LCR. Ensuite, à la limite de multiframe de redimensionnement suivante, la source commence le redimensionnement de la connexion de liaison et place le préfixe GMP dans le nouveau dernier préfixe TSOH occupé par le signal ODUflex(GFP) et non plus dans le dernier préfixe TSOH d'origine occupé par le signal ODUflex(GFP). Après la réception de [NORM, #a, ACK] en provenance de la source, la destination s'attend à extraire le préfixe GMP du nouveau dernier préfixe TSOH occupé par le signal ODUflex(GFP) au cours de la multiframe de redimensionnement suivante, le préfixe GMP étant alors placé dans le nouveau dernier préfixe TSOH occupé par le signal ODUflex(GFP) dans le signal ODUk HO.



Par exemple, on attribue au départ au port TP1 les intervalles TS3, 4 et 8 d'un signal OPU3, avant d'ajouter deux intervalles d'affluent (par exemple, TS1 et TS13). Avant le redimensionnement LCR, le préfixe GMP est présent dans le dernier préfixe TSOH d'origine, à savoir celui de l'intervalle TS8. Après le redimensionnement LCR, le préfixe GMP est placé dans le nouveau dernier préfixe TSOH, à savoir celui de l'intervalle TS13.

## 7.2 Diminution de la bande passante

La Figure 7-4 montre la séquence d'interactions entre les protocoles LCR et BWR pendant une diminution de capacité.

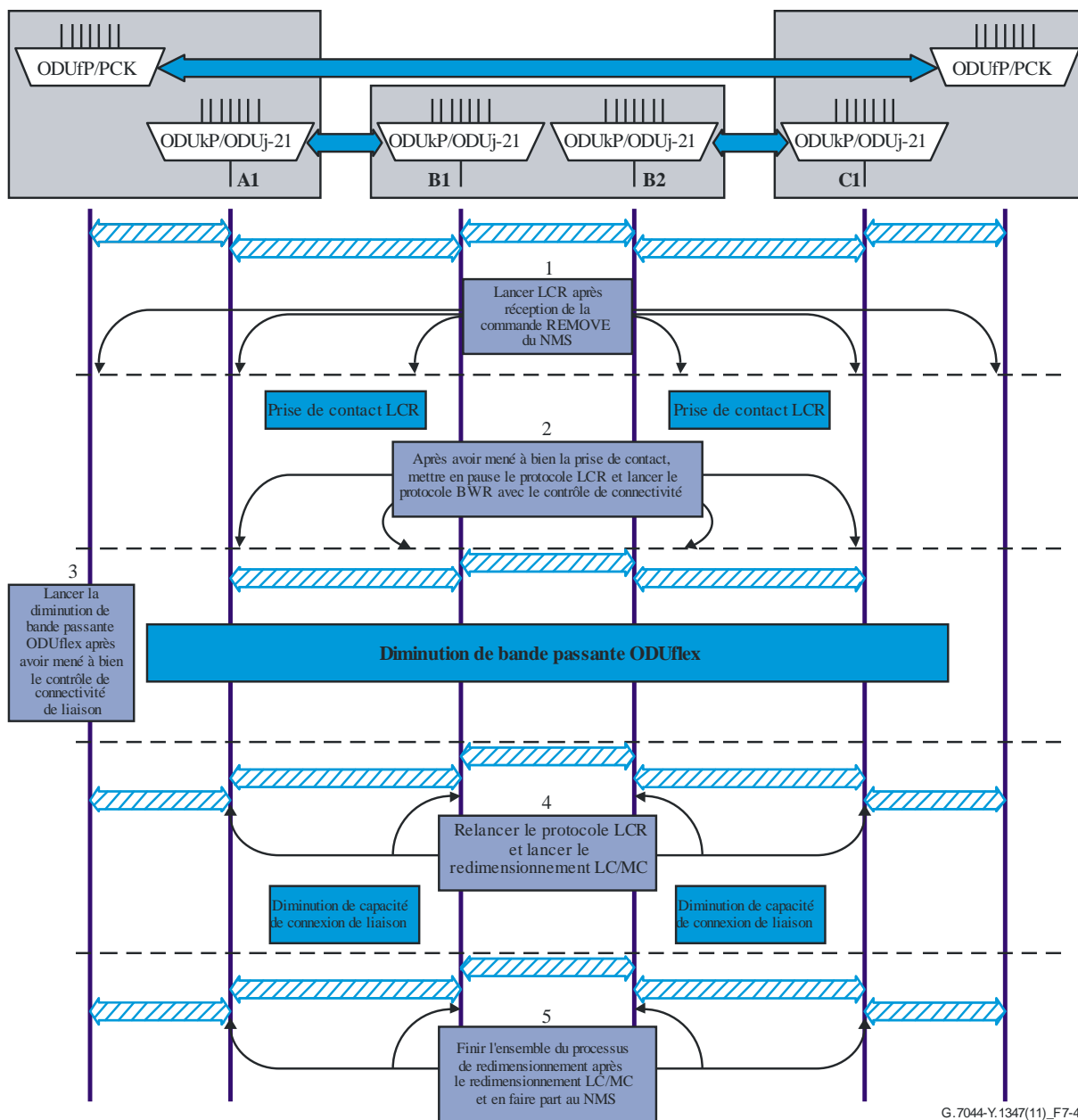


Figure 7-4 – Schéma d'interfonctionnement dans le cas d'une diminution de capacité

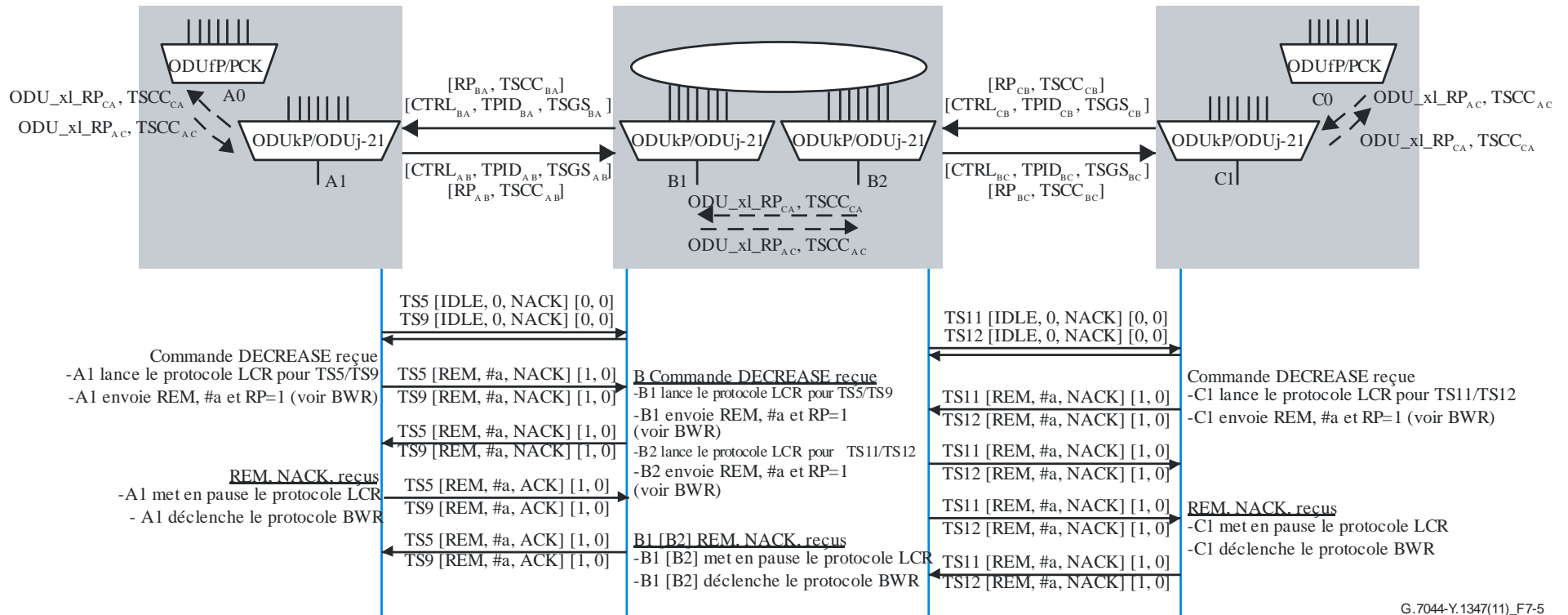
Les étapes de la séquence pour une diminution de capacité sont les suivantes:

- Etape 1 Chaque nœud lance le protocole LCR après réception de la commande REMOVE émanant du plan de gestion ou de commande du réseau. Chaque paire de fonctions source et destination ODUkP/ODUj-21\_A signale la commande [REMOVE] dans le champ CTRL LCR.
- Etape 2 Chaque nœud vérifie la cohérence de la configuration de l'ensemble d'intervalles d'affluent à supprimer. Il met en pause le protocole LCR et lance le protocole BWR uniquement si l'ensemble des intervalles d'affluent signalés comme étant à supprimer est identique à l'ensemble à supprimer pour lequel le nœud a été configuré. Le nœud source ODUflex(GFP) envoie l'information de contrôle de connectivité d'intervalle d'affluent [TSCC = 1] dans chaque intervalle d'affluent à supprimer. Les nœuds intermédiaires retransmettent cette information TSCC jusqu'à la destination ODUflex(GFP).
- Etape 3 Les deux nœuds d'extrémité commencent à diminuer la bande passante ODUflex(GFP) une fois achevé le contrôle de connectivité d'intervalle d'affluent. Le redimensionnement est progressif pour éviter tout débordement du tampon GMP.
- Etape 4 Une fois que la diminution de la bande passante ODUflex(GFP) est achevée, le protocole LCR est relancé.
- Etape 5 Après la reprise du protocole LCR, chaque nœud lance le processus de redimensionnement de connexion de liaison. Après cela, chaque nœud abandonne les protocoles LCR et BWR. Les deux nœuds d'extrémité signalent au plan de gestion ou de commande du réseau la fin du processus de diminution de capacité.

La procédure de diminution de la bande passante est divisée en trois parties – protocole LCR au début de la diminution de capacité, protocole BWR et protocole LCR à la fin de la diminution de capacité – illustrées séparément aux Figures 7-5, 7-6 et 7-7.

La Figure 7-5 montre le protocole LCR au début de la diminution de bande passante. La description détaillée est la suivante. Dans cette description, on utilise pour la signalisation LCR le format [<valeur de CTRL>, <numéro de TPID>, <valeur de TSGS>].

- 1) Chaque nœud lance le protocole LCR et le protocole BWR après réception de la commande DECREASE émanant du plan de gestion ou de commande du réseau. Après réception de cette commande, chaque nœud vérifie l'utilisation des intervalles d'affluent à supprimer (dans la fonction EMF). Pour les nœuds intermédiaires, les ports envoient [REM, #a, NACK] (générateur LCR) ainsi que RP = 1 et TSCC = 0 (générateur relais BWR) une fois l'utilisation vérifiée. Pour les deux nœuds d'extrémité, les ports envoient [REM, #a, NACK] ainsi que RP = 1 et TSCC = 0 (générateur relais BWR).
- 2) Après avoir vérifié que le champ CTRL = REM a été reçu en provenance du port situé à l'autre extrémité du tronçon (générateur LCR) et que la configuration des intervalles d'affluent au port local est identique à celle signalée par le port situé à l'autre extrémité du tronçon (récepteur RCOH), chaque port fait passer son processeur source GMP ou de destination GMP en mode spécial. Le protocole LCR est alors mis en pause et le port continue avec le protocole BWR. Après réception de TSCC = 1, chaque port d'entrée fait passer son processeur de destination GMP en mode spécial.



G.7044-Y.1347(11)\_F7-5

Figure 7-5 – Protocole LCR au début de la diminution de bande passante

Les étapes du protocole BWR pour la diminution de bande passante (Figure 7-6) sont les suivantes:

- 1) Une fois que le protocole LCR est mis en pause dans un port de sortie (dans un nœud d'extrémité ou un nœud intermédiaire), le port de sortie fait passer son processeur source GMP en mode spécial (générateur relais BWR). Le nœud est censé effectuer tous les ajustements de tampon interne requis associés au changement de taille de mot avant de passer en mode spécial GMP dans un sens donné. Après le passage du processeur source GMP en mode spécial et la confirmation qu'il n'y a pas de défauts dTIM associés aux nouvelles connexions matricielles au niveau des nœuds en amont, le port de sortie retransmet le TSCC = 1 reçu dans ce sens (générateur relais BWR) et désactive les actions résultant des défauts dTIM TCM pendant la durée du protocole BWR (en utilisant TIMActDis). L'information TSCC est envoyée dans le préfixe OPUk HO associé à chaque intervalle d'affluent à supprimer.
- 2) Une fois que le protocole LCR est mis en pause dans un port d'entrée (dans un nœud d'extrémité ou un nœud intermédiaire), le port d'entrée commence à faire passer son processeur de destination GMP en mode spécial après réception de TSCC = 1 (récepteur relais BWR). Le nœud est censé effectuer tous les ajustements de tampon interne requis associés au changement de taille de mot avant de passer en mode spécial GMP dans un sens donné. Après le passage du processeur de destination GMP en mode spécial et la confirmation qu'il n'y a pas de défauts dTIM associés aux nouvelles connexions matricielles au niveau des nœuds en amont, le port d'entrée retransmet le TSCC = 1 (récepteur relais BWR) dans ce sens et désactive en outre les actions résultant des défauts dTIM TCM pendant la durée du protocole BWR (en utilisant TIMActDis).
- 3) La retransmission de TSCC = 1 par tous les ports d'entrée et de sortie intermédiaires permet de le transmettre de la source à la destination.
- 4) Lorsque TSCC = 1 pour tous les intervalles d'affluent supprimés atteint la destination ODUflex(GFP), celle-ci répond en mettant NCS = ACK(1) (générateur BWR) pour indiquer que dans ce sens tout le trajet est OK. Etant donné que le bit NCS est situé dans la zone du préfixe ODUflex, NCS = ACK(1) est transmis de façon transparente par chaque nœud jusqu'au nœud ODUflex(GFP) à l'autre extrémité.
- 5) Lorsque le nœud d'extrémité ODUflex(GFP) reçoit à la fois TSCC = 1 et NCS = ACK(1) et a envoyé NCS = ACK(1) en réponse à TSCC = 1, la signalisation bidirectionnelle est terminée. Le nœud débute alors la diminution de bande passante. Pour commencer, BWR\_IND est mis à 1. Voir le § 7.2.1 pour plus de détails sur la vitesse de diminution. La diminution de bande passante se termine après avoir mis BWR\_IND à 0.
- 6) Après le passage de son processeur source GMP en mode normal (générateur relais BWR), le nœud source ODUflex(GFP) commence à envoyer TSCC = 0 au lieu de TSCC = 1 (générateur BWR, générateur relais BWR) pour signaler que la diminution de bande passante est achevée et qu'il retourne au mode normal GMP dans le sens émission.
- 7) Lorsqu'un port d'entrée intermédiaire reçoit TSCC = 0 et RP = 1, il fait passer son processeur de destination GMP en mode normal (récepteur relais BWR) et transmet TSCC = 0 au port de sortie. Le port de sortie fait passer son processeur source GMP en mode normal (générateur relais BWR). Après le passage de ces processeurs GMP en mode normal, le nœud retransmet immédiatement TSCC = 0 dans ce sens.
- 8) Lorsque TSCC = 0 atteint la destination ODUflex(GFP) (récepteur BWR), la source ODUflex(GFP) associée envoie une réponse en mettant NCS = NACK(0) (générateur BWR).
- 9) Lorsque le nœud d'extrémité ODUflex(GFP) reçoit et envoie NCS = NACK(0), le protocole BWR est pratiquement achevé et le protocole LCR peut reprendre.

- 10) Lorsque le nœud d'extrémité ODUflex(GFP) reçoit et envoie NCS = NACK, il met  $RP = 0$  (générateur BWR). Le générateur relais BWR bloque la transmission de ce  $RP = 0$  dans le port de sortie jusqu'à ce que le protocole LCR soit achevé.
- 11) Lorsque le protocole LCR est achevé au nœud d'extrémité ODUflex(GFP), celui-ci débloque la transmission de  $RP = 0$ . Lorsqu'un port d'entrée intermédiaire reçoit  $RP = 0$  (récepteur relais BWR), il le transmet de façon transparente à son port de sortie associé (générateur relais BWR). L'opération d'augmentation est terminée lorsque  $RP = 0$  est arrivé à l'autre nœud d'extrémité ODUflex(GFP), indiquant que les nœuds intermédiaires ont terminé la retransmission de l'information TSCC et toutes les autres opérations du protocole de redimensionnement. Lorsque le nœud de destination ODUflex(GFP) reçoit  $RP = 0$  et a envoyé  $RP = 0$  dans le sens opposé, il signale au plan de gestion ou de commande du réseau que le processus d'augmentation de capacité est achevé dans ce sens (générateur BWR).

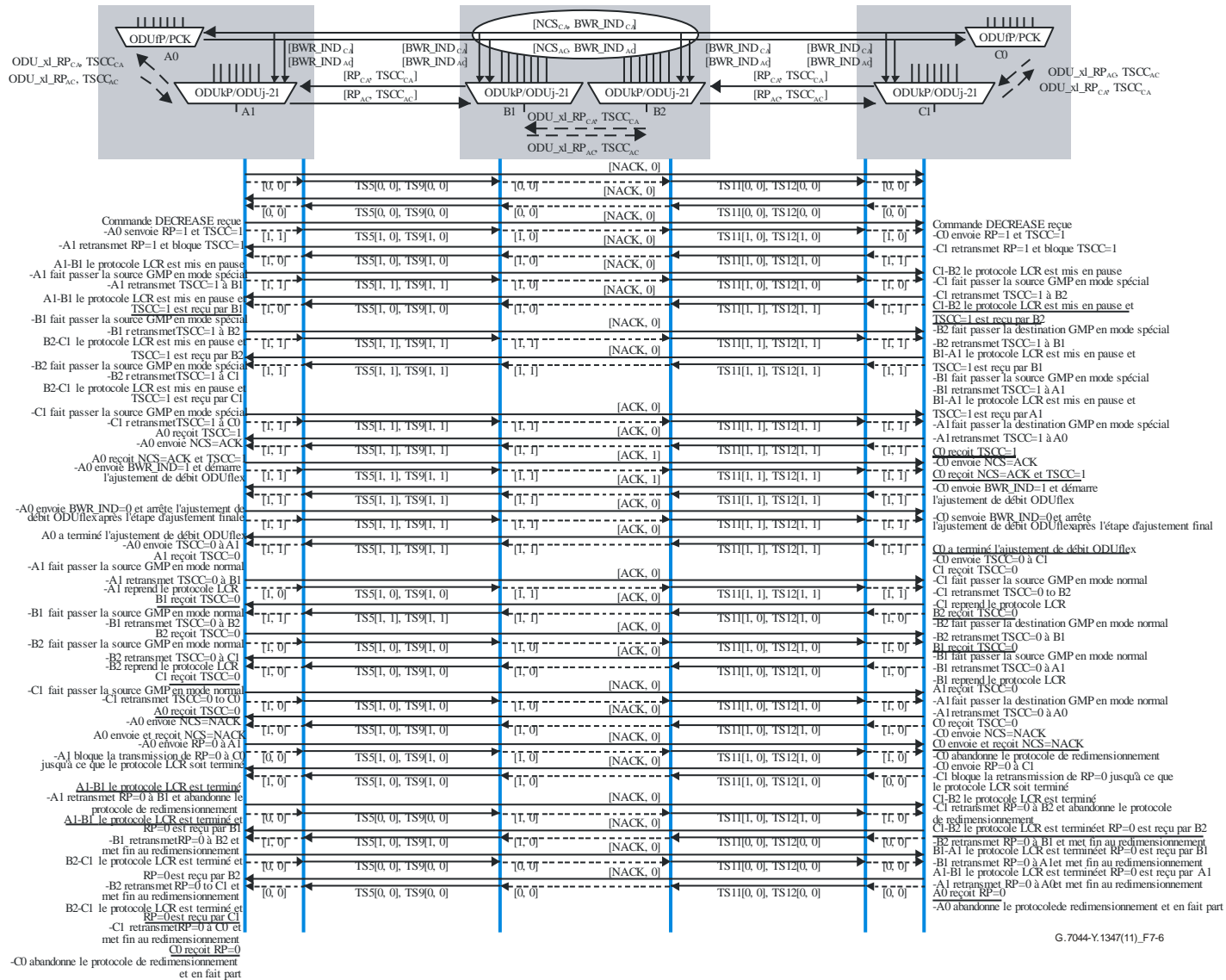
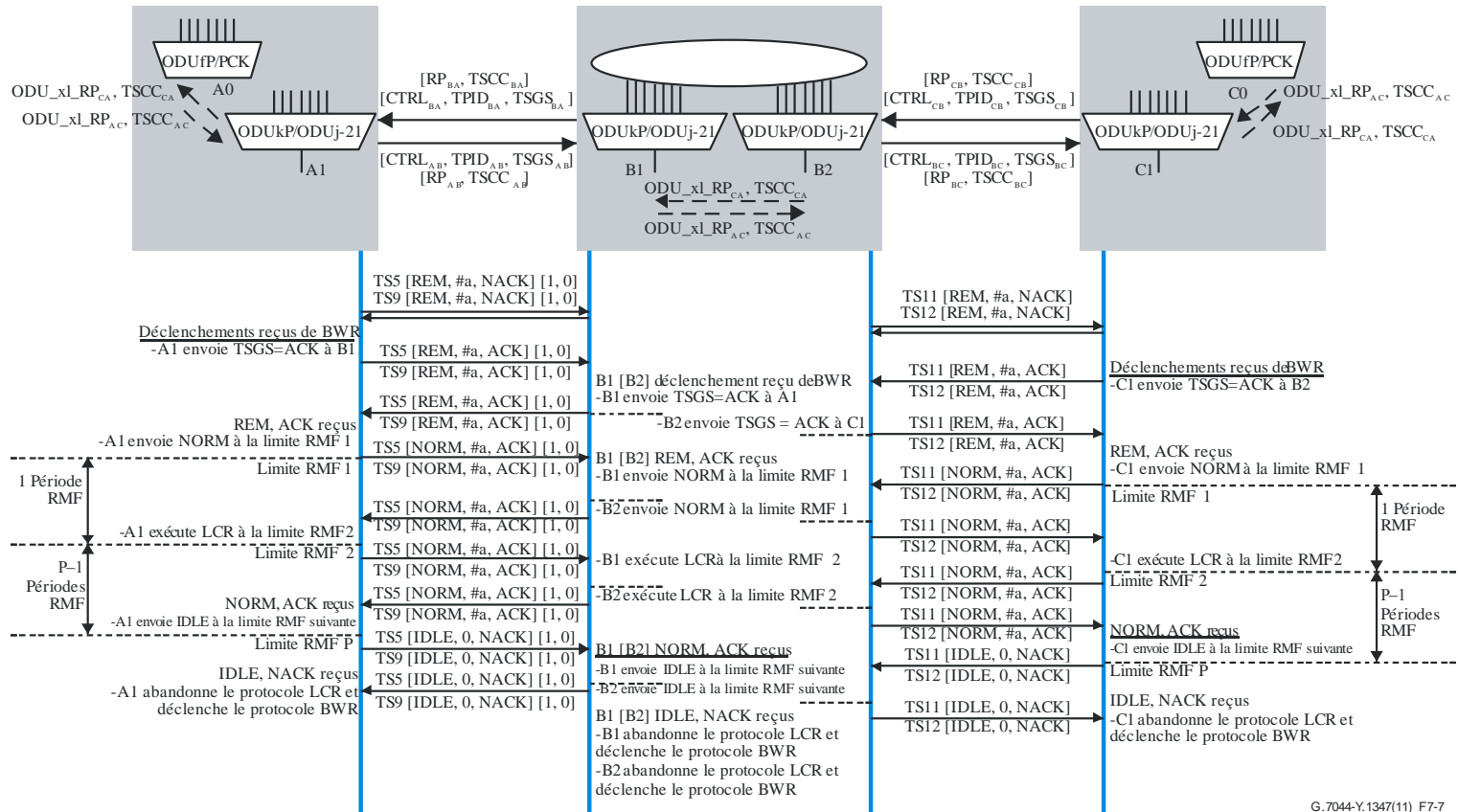


Figure 7-6 – Protocole BWR pour la diminution de bande passante

La Figure 7-7 illustre le fonctionnement du protocole LCR à la fin de la diminution de bande passante. Les étapes du protocole LCR dans cette phase sont les suivantes:

- 1) Sur déclenchement du générateur relais BWR, un port de sortie envoie TSGS = ACK(1).
- 2) Lors de l'envoi de CTRL = REM et de TSGS = ACK et de la réception de CTRL = REM et de TSGS = ACK(1) du même côté, après un laps de temps dépendant de la mise en œuvre, le port envoie [NORM, #a, ACK] pour tous les intervalles d'affluent supprimés à la même limite de multitrame de redimensionnement (limite RMF 1) (générateur LCR). Après avoir envoyé [NORM, #a, ACK], le port diminue la capacité de la connexion de liaison ODUflex(GFP). Le remplacement de [REM, #a, ACK] par [NORM, #a, ACK] signale au port en aval que la diminution de capacité de la connexion de liaison commencera à la limite de multitrame de redimensionnement suivante (limite RMF 2).
- 3) Une fois écoulé un laps de temps propre à la mise en œuvre après l'achèvement du redimensionnement LCR et la réception de NORM pour tous les intervalles d'affluent supprimés, le port abandonne le protocole LCR en envoyant [IDLE, 0, NACK] pour tous les intervalles d'affluent supprimés à la limite de multitrame de redimensionnement P (générateur LCR).
- 4) Lorsque le port de sortie d'un nœud d'extrémité ODUflex(GFP) a achevé le protocole LCR, il transmet  $RP = 0$ .
- 5) Le port de sortie d'un nœud intermédiaire transmet  $RP = 0$  après avoir achevé le protocole LCR (générateur relais BWR). Le port d'entrée retransmet le  $RP = 0$  entrant (récepteur relais BWR).
- 6) Lorsqu'un nœud d'extrémité ODUflex(GFP) reçoit  $RP = 0$  et a envoyé  $RP = 0$  dans le sens opposé, il signale au plan de gestion ou de commande du réseau que le processus de diminution de capacité est achevé dans ce sens.



**Figure 7-7 – Protocole LCR à la fin de la diminution de bande passante**



### 7.2.1 Vitesse de diminution de la bande passante ODUflex(GFP)

Au cours du redimensionnement BWR (commandé par le nœud source, signalé aux nœuds en aval en utilisant le préfixe BWR\_IND), la cadence de l'horloge ODUflex(GFP) doit être diminuée à raison de 512 000 kbit/s<sup>2</sup> avec une tolérance de pente de  $\pm 100$  ppm [511 897 .. 512 102 kbit/s<sup>2</sup>], ce qui peut être obtenu par une diminution de 8 bits toutes les 125  $\mu$ s. L'indicateur BWR\_IND est utilisé pour déclencher le démarrage et l'arrêt de l'augmentation dans les nœuds en aval.

L'Appendice I décrit des méthodes pour mesurer la performance du transfert de rythme dans un nœud intermédiaire.

Les données ODUflex(GFP) doivent être extraites de groupes de M octets successifs de la zone de données utiles ODTUk.M sous la commande du mécanisme de commande de données/remplissage GMP, comme défini au § 19.6 de la Recommandation [UIT-T G.709], et être placées dans le tampon. L'information Cn associée au signal ODUj est calculée à partir du paramètre Cm GMP transporté dans le préfixe JC1/2/3 du signal ODTUk.M, comme spécifié au § 19.6 de la Recommandation [UIT-T G.709]. Pour le mécanisme de commande de données/remplissage GMP, voir l'Annexe D de la Recommandation [UIT-T G.709].

Les données ODUflex(GFP) (CI\_D) doivent être extraites du tampon sous la commande de l'horloge ODUflex(GFP) (CI\_CK).

Processus de lissage et de limitation de gigue: la fonction doit assurer un lissage d'horloge et un stockage élastique (tampon). Le signal de données ODUflex(GFP) doit être placé dans le tampon sous la commande de l'horloge d'entrée ODUk (avec espacement irrégulier) associée (avec une précision de fréquence comprise dans l'intervalle  $\pm 20$  ppm). Le comportement doit être comme si le signal de données était extrait du tampon sous la commande d'une horloge ODUflex(GFP) lissée (le débit est déterminé par le signal ODUflex(GFP) à l'entrée de la fonction ODUkP/ODUflex-21\_A\_So distante).

Les paramètres d'horloge, y compris les exigences de gigue et de dérapage, définis dans l'Annexe A de la Recommandation [UIT-T G.8251] (horloge ODCp) s'appliquent.

Taille de tampon: en présence de gigue comme spécifié dans la Recommandation [UIT-T G.8251] et pour une fréquence comprise dans l'intervalle de tolérance spécifié pour le signal ODUj dans le Tableau 14-2, ce processus de justification ne doit introduire aucune erreur. L'hystérésis du tampon ne doit pas dépasser  $4 \times M$  octets pour un signal ODUflex(GFP) qui occupe M intervalles d'affluent.

### 7.2.2 Mise à jour de l'emplacement du préfixe GMP pendant la diminution de capacité

Pendant une diminution de la bande passante d'un signal ODUflex(GFP), la procédure HAO exige que l'intervalle d'affluent du numéro le plus élevé occupé par le signal ODUflex(GFP) ne soit pas supprimé. Il n'est donc pas nécessaire de mettre à jour l'emplacement du préfixe GMP.

Par exemple, on attribue au départ au port TP1 les intervalles TS3, 4 et 8 d'un signal OPU3, avant de supprimer deux intervalles d'affluent. Conformément à la procédure HAO, le dernier intervalle d'affluent, TS8, n'est pas supprimé, mais ce sont les intervalles TS3 et TS4 qui le sont. Avant le redimensionnement LCR, le préfixe GMP est présent dans le préfixe TSOH du dernier des trois intervalles d'affluent, à savoir TS8. Après le redimensionnement LCR, le préfixe GMP reste au même endroit.

## **8 Signaux de maintenance**

Le signal ODUflex(GFP) suit la spécification des signaux de maintenance du § 16.5 de la Recommandation [UIT-T G.709], aux exceptions près décrites ici.

Lorsqu'un nœud en mode BWR a commencé à redimensionner sa bande passante de sortie après avoir reçu BWR\_IND, et qu'il détecte ensuite un défaut sur le signal dans ce sens, il insère un signal AIS à la vitesse d'augmentation/diminution nominale. En d'autres termes, le débit AIS de sortie de ce nœud suit la vitesse d'augmentation/diminution interne de ce nœud, de manière à ce que le signal AIS continue à avoir le débit attendu par les nœuds en aval. Le nœud qui émet le signal AIS poursuivra l'augmentation/diminution jusqu'à atteindre le débit cible final nominal pour le signal ODUflex(GFP).

Afin d'éviter tout problème éventuel de débordement/sous-remplissage dû aux défauts dTIM de la couche TCM, l'insertion d'un signal AIS liée aux défauts dTIM de la couche TCM doit être désactivée pendant le redimensionnement BWR.

## **Annexe A**

### **Diagrammes SDL du protocole HAO**

(Cette Annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

#### **A.1 Aperçu des processus de l'ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP) (HAO)**

La Figure A.1 présente l'utilisation des processus HAO d'ajustement transparent d'un signal ODUflex(GFP) dans le cas d'une connexion ODUflex(GFP) qui a deux connexions de liaison. Cet exemple permet d'illustrer la fonctionnalité HAO dans deux nœuds d'extrémité ODUflex(GFP) et un nœud intermédiaire. Il permet aussi d'illustrer la connectivité possible entre les processus HAO.



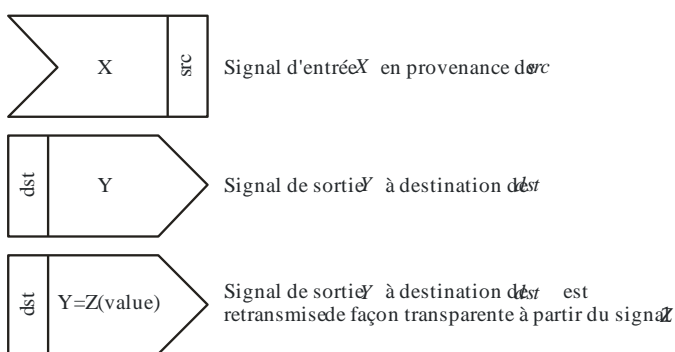
## A.2 Diagrammes SDL du protocole HAO

Le protocole HAO spécifie le protocole de redimensionnement de connexion de liaison (LCR) et le protocole de redimensionnement de bande passante (BWR), mais un temporisateur de session est utilisé pour communiquer les messages d'erreur à la fonction de gestion d'équipement (EMF) afin d'éviter que le protocole soit mis en pause indéfiniment. Cela permet de mettre en œuvre des politiques de commande plus souples (par exemple, la reprise de session en cas d'erreur).

Le lancement du protocole LCR s'accompagne en même temps du démarrage d'un temporisateur de session. En cas d'erreur, le temporisateur de session expire, le signal d'interruption MI\_ABORT est envoyé à tous les processus HAO, la valeur du préfixe de protocole LCR est mise à IDLE, tandis que la valeur la plus récente du préfixe de protocole BWR est maintenue jusqu'à ce que le message d'erreur ait été communiqué à la fonction EMF, puis la valeur du préfixe de protocole BWR est mise à IDLE.

Le récepteur RCOH vérifie si la configuration des intervalles d'affluent au port local est identique à celle signalée par le port à l'autre extrémité du tronçon. Toute non-concordance est signalée au système NMS.

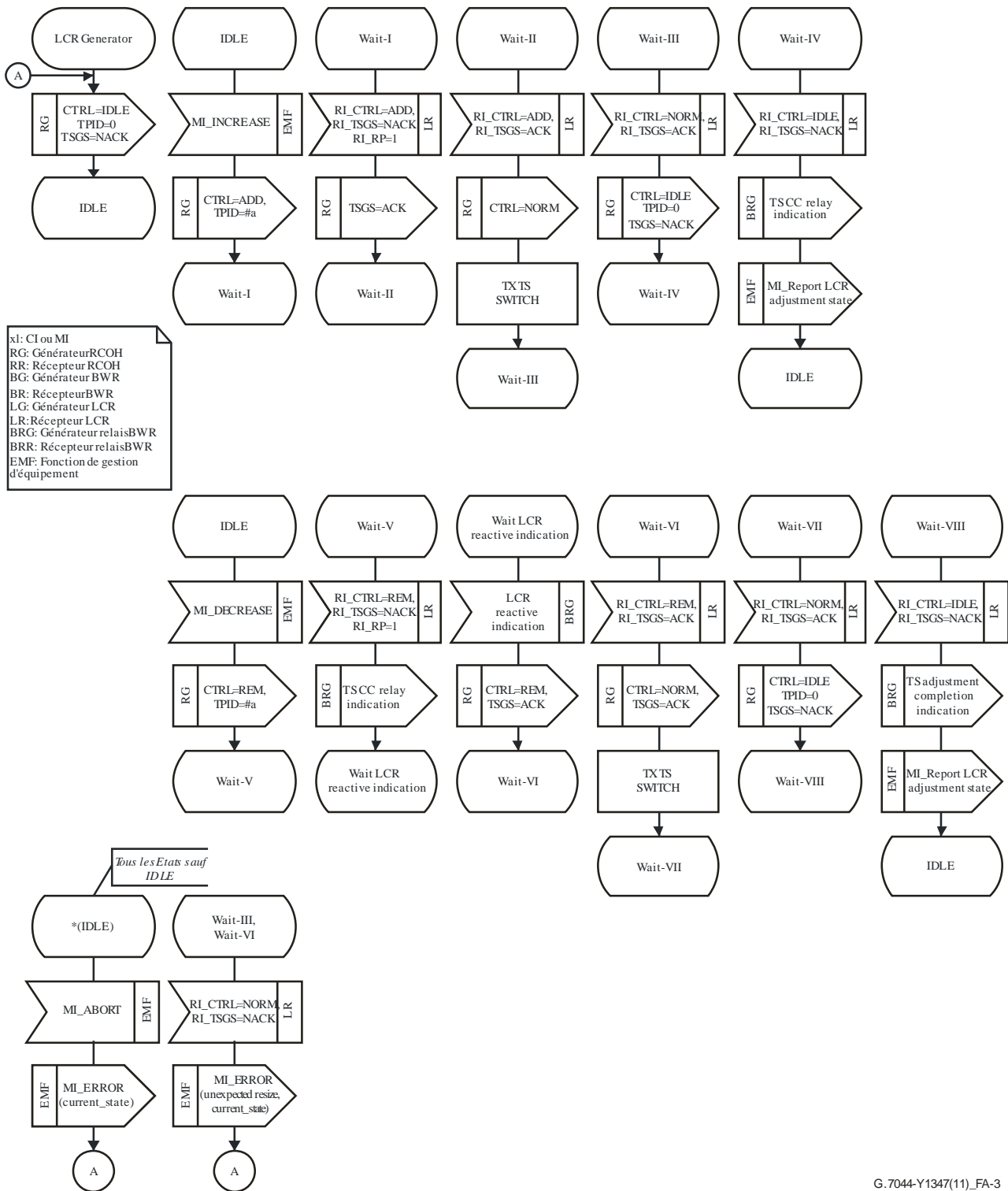
Les diagrammes SDL HAO utilisent les conventions suivantes:



G.7044-Y1347(11)\_FA-2

Figure A.2 – Légende SDL

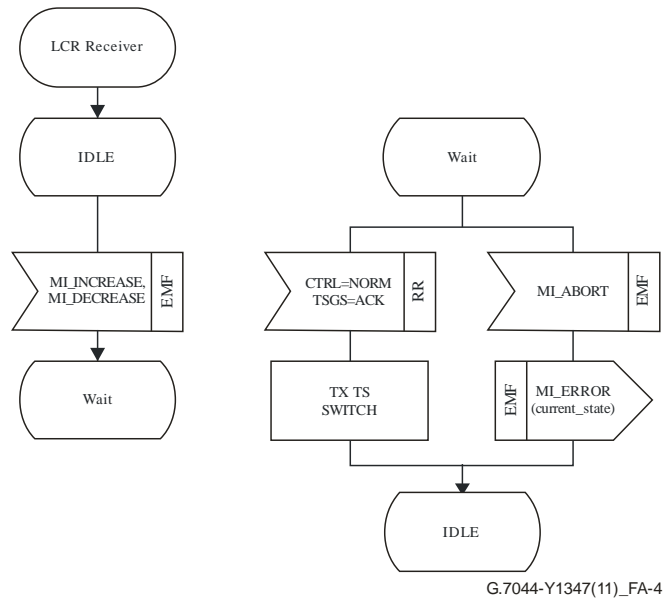
La Figure A.3 présente la spécification SDL pour le générateur LCR.



G.7044-Y1347(11)\_FA-3

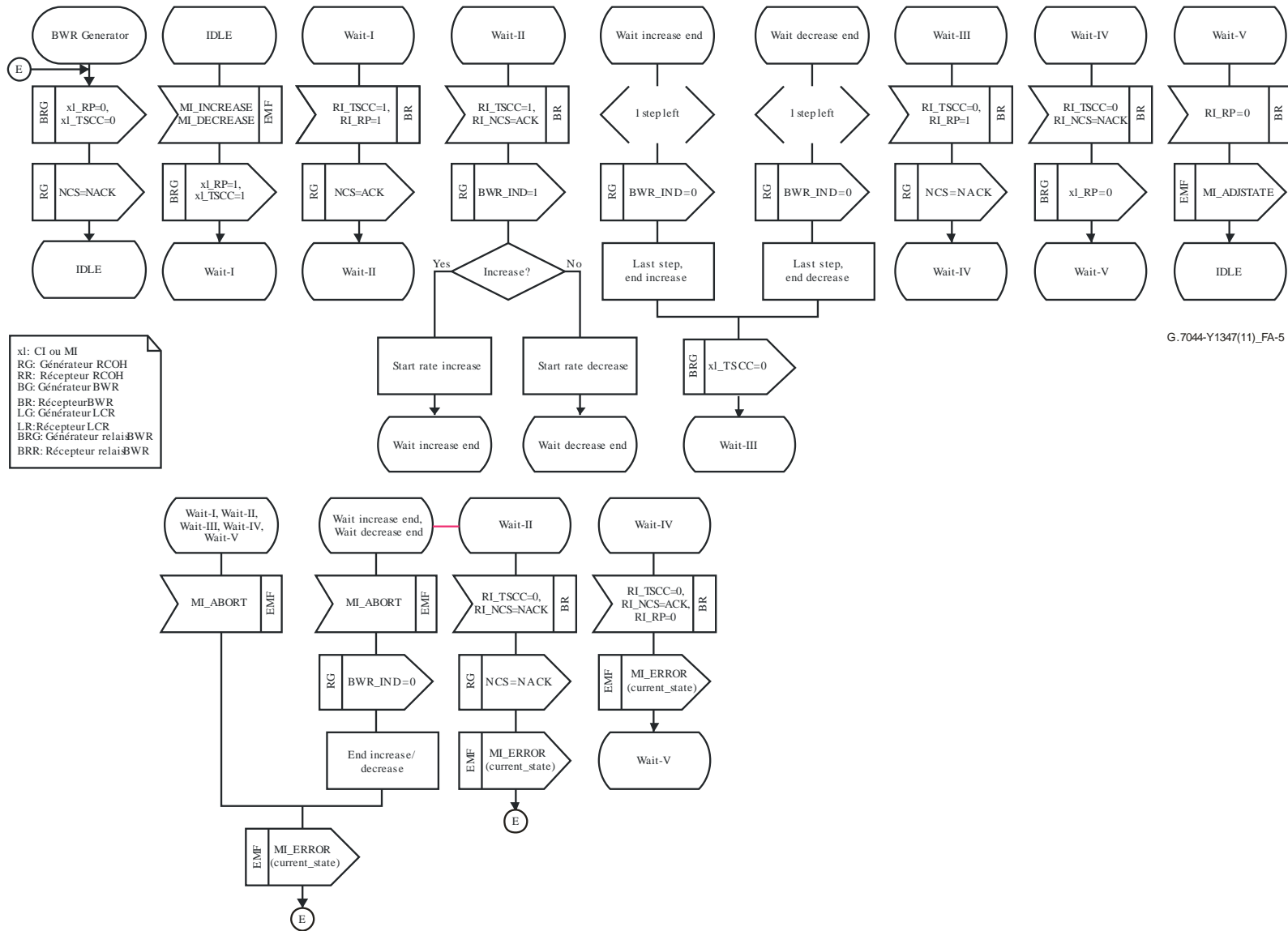
Figure A.3 – Diagramme SDL pour le générateur LCR

La Figure A.4 présente la spécification SDL pour le récepteur LCR.



**Figure A.4 – Diagramme SDL pour le récepteur LCR**

La Figure A.5 présente la spécification SDL pour le générateur BWR.

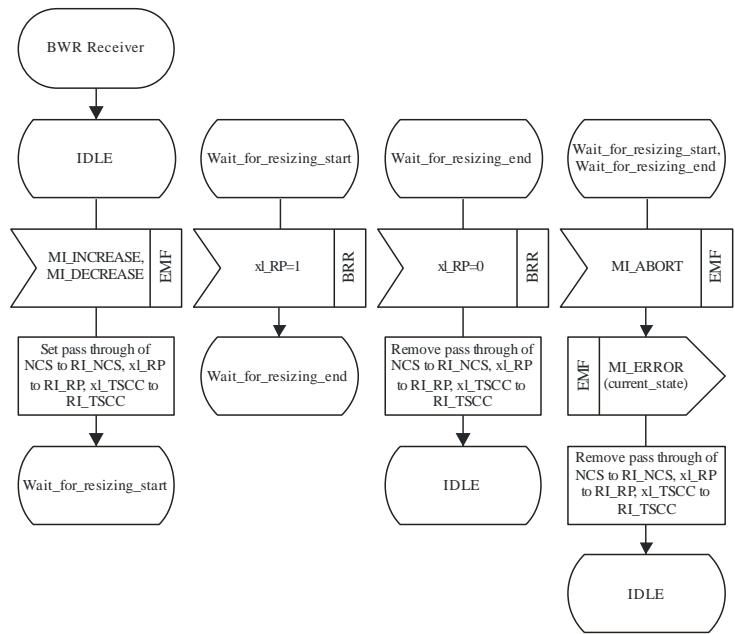


G.7044-Y1347(11)\_FA-5

Figure A.5 – Diagramme SDL pour le générateur BWR



La Figure A.6 présente la spécification SDL pour le récepteur BWR.



G.7044-Y1347(11)\_FA-6

**Figure A.6 – Diagramme SDL pour le récepteur BWR**

La Figure A.7 présente la spécification SDL pour le générateur relais BWR.

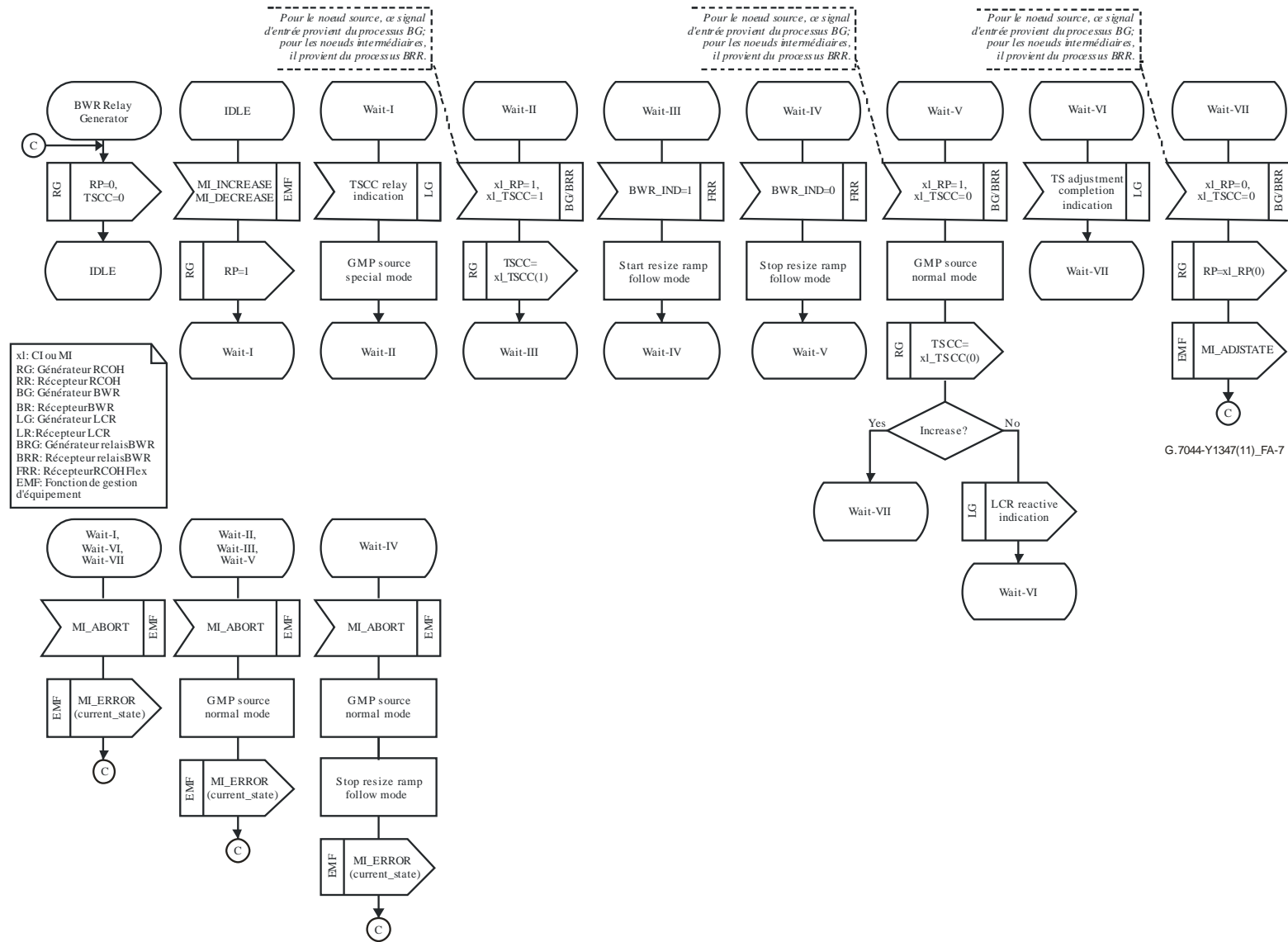
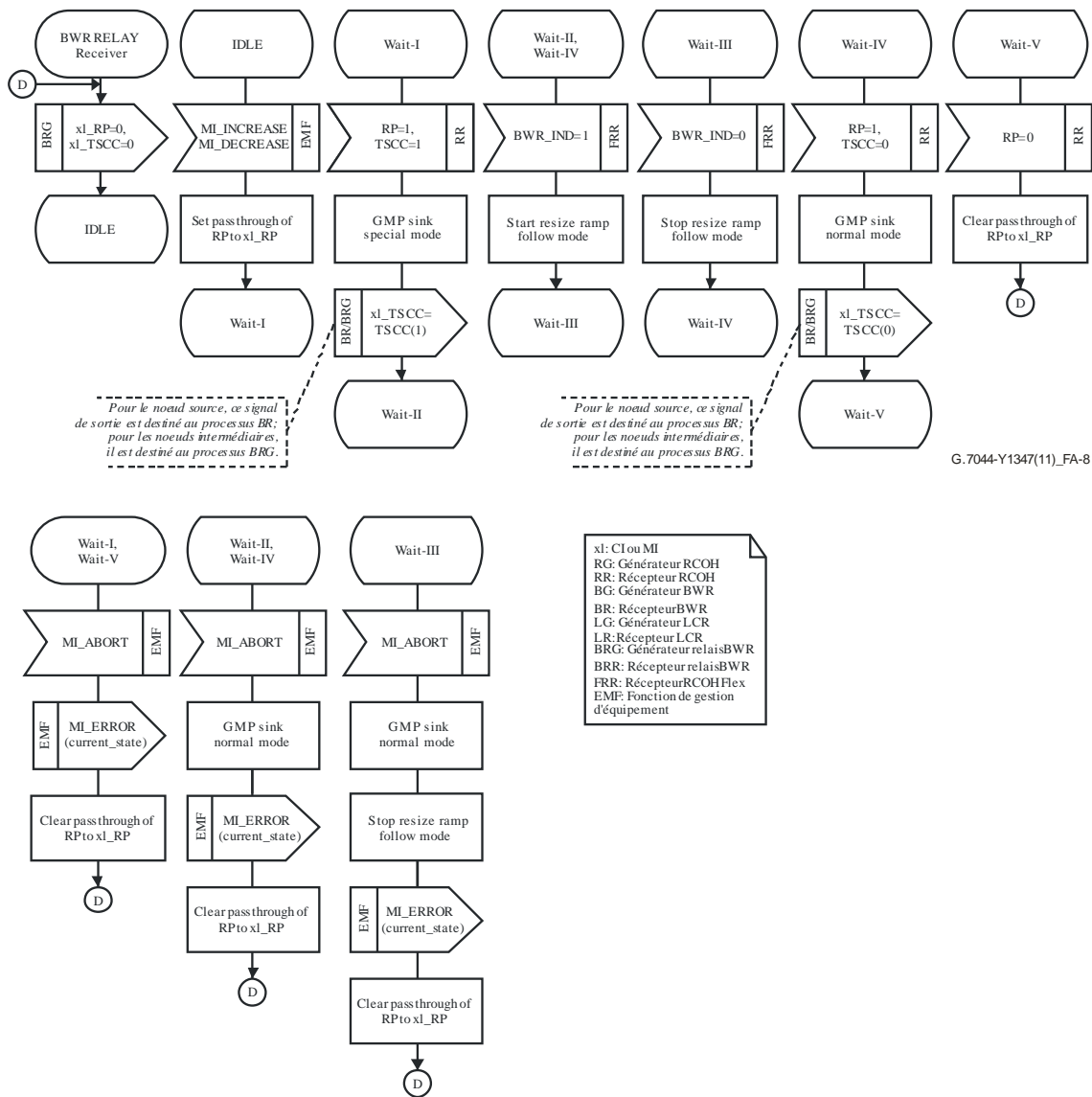


Figure A.7 – Diagramme SDL pour le générateur relais BWR

La Figure A.8 présente la spécification SDL pour le récepteur relais BWR.



G.7044-Y1347(11)\_FA-8

Figure A.8 – Diagramme SDL pour le récepteur relais BWR

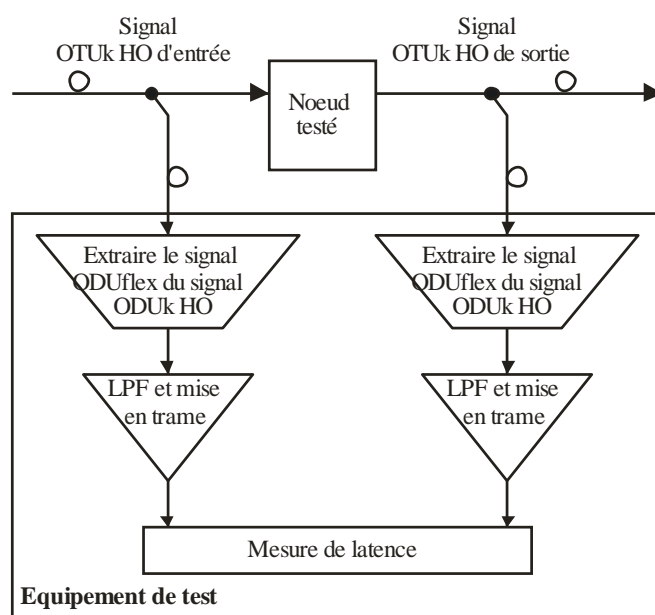
## Appendice I

### Mesure de la stabilité du changement de débit BWR

(Cet Appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

Une méthode pour mesurer la performance du changement de débit BWR dans un nœud intermédiaire est basée sur le maintien d'une latence de transit nominale constante pour le signal ODUflex(GFP). Au niveau d'un nœud intermédiaire, on mesure la latence de transit en échantillonnant le retard ou les phases relatives entre les signaux ODUflex(GFP) entrant et sortant, comme illustré dans l'exemple de configuration de test présenté à la Figure I.1. Plus précisément, pour mesurer la latence (phase relative), on compare les signaux ODUflex(GFP) entrant et sortant après les avoir extraits de leurs signaux ODUk HO respectifs et les avoir lissés à l'aide d'un filtre de 300 Hz afin de centrer la latence. Pendant l'intervalle de temps pendant lequel le nœud est en mode spécial GMP, la variance de cette latence (erreur de phase) ne doit pas être supérieure à  $\pm 1\mu\text{s}$  par rapport à la latence de référence mesurée au moment où le nœud est passé en mode spécial GMP.

La mesure de latence est destinée à être effectuée pour vérifier la performance d'un nœud dans une configuration de test. Elle n'est pas destinée à être effectuée sur un nœud en service dans un réseau.



G.7044-Y.1347(11)-Amd.1(12)\_FI.1

Figure I.1 – Exemple de configuration de test pour mesurer la latence dans un nœud BWR

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y

**INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET, RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES**

<b>INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION</b>	
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
<b>ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET</b>	
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
<b>Transport</b>	<b>Y.1300–Y.1399</b>
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
Télévision IP sur réseaux de prochaine génération	Y.1900–Y.1999
<b>RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION</b>	
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
Améliorations concernant les réseaux de prochaine génération	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Réseaux de transmission par paquets	Y.2600–Y.2699
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899
Environnement ouvert de qualité opérateur	Y.2900–Y.2999
<b>RÉSEAUX FUTURS</b>	<b>Y.3000–Y.3499</b>
<b>INFORMATIQUE EN NUAGE</b>	<b>Y.3500–Y.3999</b>

## SERIES 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
<b>Série G</b>	<b>Systemes et supports de transmission, systemes et reseaux numériques</b>
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau numérique à intégration de services
Série J	Reseaux 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 reseaux
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 reseaux 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	Reseaux de données, communication entre systemes ouverts et sécurité
<b>Série Y</b>	<b>Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et reseaux de prochaine génération</b>
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systemes de télécommunication