



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

G.709/Y.1331

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(03/2003)

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

Equipements terminaux numériques – Généralités

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE
L'INFORMATION ET PROTOCOLE INTERNET

Aspects relatifs au protocole Internet – Transport

Interfaces pour le réseau de transport optique

Recommandation UIT-T G.709/Y.1331

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
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
Généralités	G.700–G.709
Codage des signaux analogiques en modulation par impulsions et codage	G.710–G.719
Codage des signaux analogiques par des méthodes autres que la MIC	G.720–G.729
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage primaires	G.730–G.739
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage de deuxième ordre	G.740–G.749
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage d'ordre plus élevé	G.750–G.759
Caractéristiques principales des équipements de transcodage et de multiplication numérique	G.760–G.769
Fonctionnalités de gestion, d'exploitation et de maintenance des équipements de transmission	G.770–G.779
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage en hiérarchie numérique synchrone	G.780–G.789
Autres équipements terminaux	G.790–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
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

Recommandation UIT-T G.709/Y.1331

Interfaces pour le réseau de transport optique

Résumé

La présente Recommandation définit les exigences concernant les signaux du module de transport optique d'ordre n (OTM-n, *optical transport module of order n*) du réseau de transport optique en termes de:

- hiérarchie de transport optique (OTH, *optical transport hierarchy*);
- fonctionnalité du préfixe prenant en charge les réseaux optiques à longueurs d'onde multiples;
- structures de trame;
- débits binaires;
- formats de mappage des signaux clients.

La première révision de la présente Recommandation inclut le texte de l'Amendement 1 (concaténation virtuelle d'unités ODUk, multiplexage d'unités ODUk, erreur IAE vers l'arrière), une extension de spécification physique d'interface, la définition du signal APS/PCC d'unité ODUk et plusieurs améliorations de forme.

Source

La Recommandation G.709/Y.1331 de l'UIT-T a été approuvée le 16 mars 2003 par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8. Ce texte inclut également l'Amendement 1 à la Rec. G.709/Y.1331 (2003) approuvé le 14 décembre 2003.

Historique du document

Version	Notes
1.0 am1	Novembre 2001 – L'Amendement 1 inclut l'erreur IAE vers l'arrière, la concaténation virtuelle d'unités ODUk (§ 18) et le multiplexage d'unités ODUk (§ 19).
1.0	Version initiale, février 2001
2.0	Mars 2003 – La deuxième version inclut l'Amendement 1 de la Rec. UIT-T G.709 (2001) une extension de spécification physique concernant les modules OTM-0.2 et OTM-0.3 (§ 2 et 9.1), la définition du signal APS/PCC d'unité ODUk (§ 15.8.2.4), plusieurs améliorations de forme (§ 6.1, 15.7.2.1.2, 15.8.2.1.2, 15.8.2.2.2, 19.2.1, 19.2.2, 19.2.3, 19.3.1, 19.3.2, 19.3.3) et la fusion des Appendices I et V.
2.1	Décembre 2003 – Extensions par l'Amendement 1 relatives à l'applicabilité du signal APS/PCC d'unité ODUk.

Mots clés

Hiérarchie de transport optique, interface de nœud de réseau, interface utilisateur-réseau, module de transport optique, réseau de transport optique.

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

© UIT 2004

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	2
4	Abréviations.....	6
5	Conventions	9
6	Structure de l'interface de nœud de réseau de transport optique	10
	6.1 Structure de base des signaux.....	10
	6.2 Structure informationnelle associée aux interfaces avec le réseau OTN	12
7	Principes de multiplexage/mappage et débits binaires	14
	7.1 Mappage	16
	7.2 Multiplexage par répartition en longueur d'onde	16
	7.3 Débits binaires et capacité	16
	7.4 Multiplexage par répartition dans le temps d'unités ODUk	17
8	Module de transport optique (OTM-n.m, OTM-nr.m, OTM-0.m).....	19
	8.1 Modules OTM avec fonctionnalité réduite (OTM-0.m, OTM-nr.m).....	19
	8.2 Interface avec module OTM à fonctionnalité complète (OTM-n.m).....	22
9	Spécification physique de l'interface ONNI	24
	9.1 OTM-0.m.....	24
	9.2 OTM-16r.m	24
	9.3 OTM-n.m.....	24
10	Canal optique (OCh).....	24
	10.1 Canal optique à fonctionnalité complète (OCh).....	24
	10.2 Canal optique à fonctionnalité réduite (OChr).....	24
11	Unité de transport de canal optique (OTU)	25
	11.1 Structure de trame OTUk	25
	11.2 Embrouillage	26
12	Unité de données de canal optique (ODUk)	26
	12.1 Structure de trame ODUk.....	26
13	Unité de charge utile de canal optique (OPUk).....	27
14	Signal de préfixe OTM (OOS)	28
15	Description des préfixes	28
	15.1 Types de préfixe	30
	15.2 Définition de l'identificateur de trace de chemin et de l'identificateur de point d'accès	32
	15.3 Description du préfixe OH de section OTS.....	34
	15.4 Description du préfixe OH de section OMS.....	34
	15.5 Description du préfixe OCh OH.....	35

	Page	
15.6	Description des préfixes de verrouillage de trames d'unité OTUk/ODUk.....	35
15.7	Description du préfixe OTUk OH.....	36
15.8	Description du préfixe ODUk OH.....	40
15.9	Description du préfixe OPUk OH.....	53
16	Signaux de maintenance.....	54
16.1	Signaux de maintenance de section OTS.....	55
16.2	Signaux de maintenance de section OMS.....	55
16.3	Signaux de maintenance de canal OCh.....	55
16.4	Signaux de maintenance d'unité OTUk.....	56
16.5	Signaux de maintenance d'unité ODUk.....	56
16.6	Signal de maintenance client.....	58
17	Mappage des signaux clients.....	58
17.1	Mappage des signaux CBR2G5, CBR10G et CBR40G (par exemple STM-16/64/256) avec l'OPUk.....	58
17.2	Mappage d'un flux de cellules ATM en unité OPUk.....	62
17.3	Mappage de trame GFP en unité OPUk.....	63
17.4	Mappage du signal de test en OPUk.....	64
17.5	Mappage d'un flux binaire client non spécifique en unités OPUk.....	65
17.6	Mappage d'autres signaux à débit binaire constant avec justification en unité OPUk.....	66
18	Concaténation.....	66
18.1	Concaténation virtuelle d'unités OPUk.....	66
18.2	Mappage des signaux clients.....	71
18.3	Système LCAS pour concaténation virtuelle.....	81
19	Mappage de signaux ODUk dans le signal ODTUjk.....	81
19.1	Définition d'intervalle d'affluent d'unité OPUk.....	81
19.2	Définition du signal ODTUjk.....	85
19.3	Multiplexage de signaux ODTUjk dans l'unité OPUk.....	85
19.4	Préfixe de multiplex d'OPUk.....	89
19.5	Mappage de signaux ODUj dans le signal ODTUjk.....	92
Annexe A – Correction d'erreur directe (FEC) utilisant des codecs RS(255,239) à entrelacement de 16 octets.....		98
Appendice I – Plage des rapports de bourrage pour les mappages asynchrones des clients CBR2G5, CBR10G et CBR40G avec une tolérance de débit binaire de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ avec une unité OPUk ainsi que pour le multiplexage asynchrone d'unités ODUj dans une unité ODUk ($k > j$).....		100
Appendice II – Exemples de structures de trame OTU fonctionnellement normalisées.....		105
Appendice III – Exemple de multiplexage d'unités ODUk.....		108
Appendice IV – Exemple de bourrage fixe dans une unité OPUk avec multiplex de signaux ODUk d'ordre inférieur.....		109

Appendice V – Etendue des rapports de bourrage pour multiplexage asynchrone d'unités
ODU_j dans une unité ODU_k ($k > j$)..... 110

Recommandation UIT-T G.709/Y.1331

Interfaces pour le réseau de transport optique

1 Domaine d'application

La hiérarchie de transport optique (OTH, *optical transport hierarchy*) prend en charge les aspects d'exploitation et de gestion des réseaux optiques de diverses architectures, par exemple, les architectures point à point, en anneau et maillées.

La présente Recommandation définit les interfaces du réseau de transport optique à utiliser à l'intérieur des sous-réseaux du réseau optique et entre ces sous-réseaux, en termes de:

- hiérarchie de transport optique (OTH);
- fonctionnalité du préfixe prenant en charge les réseaux optiques à longueurs d'onde multiples;
- structures de trame;
- débits binaires;
- formats de mappage des signaux clients.

Les interfaces définies dans la présente Recommandation peuvent être appliquées aux interfaces utilisateur-réseau (UNI, *user-to-network interface*) et aux interfaces entre nœuds de réseau (NNI, *network node interface*) du réseau de transport optique. Pour les interfaces utilisées dans les sous-réseaux optiques, il est reconnu que certains aspects d'interface relèvent de l'optique et sont soumis aux modifications techniques correspondantes. Les aspects d'ordre optique (pour la compatibilité transversale) ne sont pas définis pour ces interfaces afin de permettre des modifications technologiques. La fonctionnalité de préfixe nécessaire pour l'exploitation et la gestion de sous-réseaux optique est définie.

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 de Recommandation.

- Recommandation UIT-T G.652 (2003), *Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes*.
- Recommandation UIT-T G.653 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée*.
- Recommandation UIT-T G.655 (2003), *Caractéristiques fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée non nulle*.
- Recommandation UIT-T G.693 (2001), *Interfaces optiques pour les connexions locales*.
- Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2003), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone*.
- Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport*.

- Recommandation UIT-T G.806 (2000), *Caractéristiques des équipements de transport – Méthodologie de description et fonctionnalité générique.*
- Recommandation UIT-T G.872 (2001), *Architecture des réseaux de transport optiques.*
- Recommandation UIT-T G.873.1 (2003), *Réseau de transport optique: protection linéaire.*
- Recommandation UIT-T G.959.1 (2003), *Interfaces de couche Physique du réseau optique de transport.*
- Recommandation UIT-T G.7041/Y.1303 (2003), *Procédure générique de tramage (GFP).*
- Recommandation UIT-T G.7042/Y.1305 (2001), *Système d'ajustement de capacité de liaison (LCAS) pour signaux virtuels concaténés.*
- Recommandation UIT-T I.432.1 (1999), *Interface utilisateur-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche Physique: caractéristiques générales.*
- Recommandation UIT-T M.1400 (2001), *Désignations des interconnexions entre opérateurs de réseau.*
- Recommandation UIT-T M.3100 (1995)/Amd.3 (2001), *Modèle générique d'information de réseau – Amendement 3: Définition de l'interface de gestion d'une fonction générique de commande de signalisation d'alarmes.*
- Recommandation UIT-T O.150 (1996), *Prescriptions générales relatives aux appareils de mesure des caractéristiques de fonctionnement des équipements de transmission numérique.*

3 Termes et définitions

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.707/Y.1322:

- a) BIP-X
- b) Interface de nœud de réseau

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.805:

- a) Information adaptée (AI)
- b) Information caractéristique (CI)
- c) Réseau
- d) Sous-réseau

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.872:

- a) Interface intradomaniale (IaDI)
- b) Interface interdomaniale (IrDI)
- c) Réseau de transport optique (OTN)
- d) Section multiplex optique (OMS)
- e) Section de transmission optique (OTS)

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 module de transport optique (OTM-n[r].m): structure informationnelle transportée à travers une interface ONNI. Les indices n et m définissent le nombre de longueurs d'onde prises en charge et de débit pris en charge à l'interface comme défini ci-dessous. Deux structures de module OTM sont définies comme suit:

3.1.1 module OTM à fonctionnalité complète (OTM-n.m): le module OTM-n.m se compose d'un maximum de n canaux optiques multiplexés et d'un signal de préfixe OTM prenant en charge le préfixe non associé.

C'est la structure informationnelle utilisée pour prendre en charge les connexions de la couche des sections de transmission optique (OTS, *optical transmission section*) dans le réseau OTN. Les informations caractéristiques de la couche des sections de transmission optique (OTS_CI) se composent de la charge informationnelle utile (OTS_CI_PLD) et des champs informationnels de préfixe de section de transmission optique (OTS_CI_OH). Les champs informationnels de préfixe de section de transmission optique (OTS_OH) sont contenus dans la structure informationnelle de signal de préfixe de module OTM (OOS). L'ordre d'un module OTM-n est défini par l'ordre n de l'unité multiplex optique (OMU-n) qu'il prend en charge.

3.1.2 module OTM à fonctionnalité réduite (OTM-0.m, OTM-nr.m): le module OTM-0 se compose d'un unique canal optique sans attribution de couleur spécifique. Le module OTM-nr.m se compose d'un maximum de n canaux optiques multiplexés. Le préfixe non associé n'est pas pris en charge.

Le module OTM-nr.m/OTM-0 est la structure informationnelle utilisée pour prendre en charge les connexions de la couche des sections physico-optiques (OPS, *optical physical section*) dans le réseau OTN. Les informations caractéristiques de la couche des sections physico-optiques (OPS_CI) se composent de la charge informationnelle utile (OPS_CI_PLD). Le préfixe non associé n'est pas pris en charge. L'ordre d'un module OTM-nr est défini par l'ordre nr du groupe de porteuses optiques (OCG-nr) qu'il prend en charge.

Noter que, pour la première version de la présente Recommandation, les interfaces IrDI normalisées sont toutes à fonctionnalité réduite. Les modules OTM-0 et OTM-16r sont définis.

3.2 n: l'indice "n" sert à représenter l'ordre des éléments OTM, OTS, OMS, OPS, OCG, OMU. Il représente le nombre maximal de longueurs d'onde qui peuvent être prises en charge au plus bas débit accepté sur une longueur d'onde. Il se peut qu'un nombre réduit de longueurs d'onde à débit supérieur soit pris en charge. La valeur $n = 0$ représente le cas d'un canal unique sans attribution de couleur spécifique.

3.3 r: l'indice "r", s'il est présent, sert à indiquer une fonctionnalité réduite d'élément OTM, OCG, OCC ou OCh (sans prise en charge du préfixe non associé). Noter que pour $n = 0$, l'indice r n'est pas nécessaire car il implique toujours une fonctionnalité réduite.

3.4 m: l'indice "m" sert à représenter le débit ou la série de débits pris en charge à l'interface. Il existe un ou plusieurs chiffres "k", chacun représentant un débit particulier. Les valeurs valides de m sont (1, 2, 3, 12, 123, 23).

3.5 k: l'indice "k" sert à représenter un débit pris en charge et les différentes versions des unités OPUk, ODUk et OTUk. La valeur $k = 1$ représente un débit approché de 2,5 Gbit/s. La valeur $k = 2$ représente un débit approché de 10 Gbit/s et la valeur $k = 3$ représente un débit approché de 40 Gbit/s.

3.6 canal optique (OCh[r]): structure informationnelle utilisée pour prendre en charge le chemin OCh. Deux structures OCh sont définies.

Les signaux clients de canal OCh définis dans la présente Recommandation sont les signaux d'unité OTUk. D'autres signaux clients numériques (comme STM-n, GbE) peuvent être pris en charge par le module OTM.

NOTE – Une caractérisation complémentaire du canal OCh sera peut-être nécessaire afin de différencier un signal OCh (acheminant par exemple une unité OTU1) d'un autre signal OCh (acheminant par exemple une unité OTU2 ou GbE). Ce point fera l'objet d'un complément d'étude.

3.6.1 canal optique à fonctionnalité complète (OCh): structure informationnelle composée de la charge informationnelle utile (OCh_PLD) avec une certaine largeur de bande et le préfixe non associé (OCh_OH) pour la gestion du canal optique.

3.6.2 canal optique à fonctionnalité réduite (OChr): structure informationnelle composée de la charge informationnelle utile (OCh_PLD) avec une certaine largeur de bande. Le préfixe non associé n'est pas pris en charge.

3.7 unité de transport de canal optique (OTUk[V]): structure informationnelle utilisée pour le transport d'une unité ODUk par une ou plusieurs connexions de canal optique. Elle se compose de l'unité de données de canal optique et du préfixe associé à l'unité OTUk (correction FEC et redondance pour la gestion d'une connexion de canal optique). Elle se caractérise par sa structure de trame et par sa largeur de bande. Les capacités d'unité OTUk pour $k = 1$, $k = 2$ et $k = 3$ sont définies.

Deux versions de l'unité OTUk sont définies comme suit:

3.7.1 unité OTUk complètement normalisée (OTUk): structure utilisée aux interfaces IrDI de module OTM et pouvant être utilisée aux interfaces IaDI de module OTM.

3.7.2 unité OTUk fonctionnellement normalisée (OTUkV): structure partiellement normalisée qui est utilisée aux interfaces IaDI de module OTM.

3.8 unité de données de canal optique (ODUk): structure informationnelle composée de la charge utile informationnelle (OPUk) et d'un préfixe associé à l'unité ODUk. Des capacités ODUk sont définies pour $k = 1$, $k = 2$ et $k = 3$.

3.8.1 conduit d'unité ODUk (ODUkP): structure informationnelle servant à prendre en charge le chemin d'unité ODUk de bout en bout.

3.8.2 surveillance TCM d'unité ODUk (ODUkT): structure informationnelle servant à prendre en charge les chemins de surveillance TCM. Jusqu'à 6 sous-couches de surveillance TCM sont prises en charge.

3.9 unité de charge utile de canal optique (OPUk): structure informationnelle utilisée pour adapter la charge utile informationnelle du client au transport sur un canal optique. Elle se compose des informations de client et de tout préfixe nécessaire pour effectuer une adaptation entre le débit de signal client et le débit de charge utile d'unité OPUk et d'autres préfixes d'unité OPUk prenant en charge le transport de signaux clients. Les capacités OPUk sont définies pour $k = 1$, $k = 2$ et $k = 3$.

3.10 porteuse de canal optique (OCC[r]): représente un intervalle d'affluent dans le module OTM-n. Deux structures de porteuse OCC sont définies comme suit:

NOTE – Une caractérisation complémentaire de la porteuse OCC pourra être nécessaire afin de différencier un intervalle d'affluent de porteuse OCC (capable par exemple de transporter une unité OTU1) d'un autre intervalle d'affluent de porteuse OCC (capable par exemple de transporter une unité OTU3). Ce point fera l'objet d'un complément d'étude.

3.10.1 porteuse OCC à fonctionnalité complète (OCC): structure composée de la charge utile de porteuse OCC (OCCp) et du préfixe de porteuse OCC (OCCo). La structure OCCp transporte la charge OCh_CI_PLD et est attribuée à un intervalle de longueur d'onde/fréquence du groupe WDM. Le préfixe OCCo achemine le préfixe OCh_CI_OH et est transporté dans la structure informationnelle du signal OOS.

3.10.2 porteuse OCC à fonctionnalité réduite (OCCr): structure composée de la charge utile de porteuse OCC (OCCp), qui contient la charge OCh_CI_PLD et est attribuée à un intervalle de longueur d'onde/fréquence du groupe WDM. Le préfixe non associé n'est pas pris en charge.

3.11 groupe de porteuses optiques d'ordre n (OCG-n[r]): n porteuses de canal optique occupant des positions fixes et bien définies dans une charge utile OTM sont appelées groupe de porteuses optiques (OCG[r]). Deux structures de groupe OCG sont définies comme suit:

3.11.1 groupe OCG à fonctionnalité complète (OCG-n): structure composée d'un maximum de n charges utiles de porteuse OCC (OCCp) et du préfixe de porteuse OCC (OCCo).

3.11.2 groupe OCG à fonctionnalité réduite (OCG-nr): structure composée d'un maximum de n charges utiles de porteuse OCC (OCCp). Le préfixe non associé n'est pas pris en charge.

3.12 unité de multiplex optique (OMU-n, $n \geq 1$): structure informationnelle servant à prendre en charge les connexions de la couche des sections multiplex optiques (OMS) dans le réseau OTN. Les informations caractéristiques de la couche des sections multiplex optiques (OMS_CI) se composent de la charge informationnelle utile (OMS_CI_PLD) et des champs informationnels de préfixe de section multiplex optique (OMS_CI_OH). La charge OMS_CI_PLD se compose de la charge utile de groupe OCG-n. Le préfixe OMS_CI_OH se compose du préfixe de groupe OCG-n et du préfixe spécifique de section OMS. Il est transporté dans la structure informationnelle du signal OOS. L'ordre de l'unité OMU est défini par celui du groupe OCG qu'il prend en charge.

3.13 section optique physique d'ordre n (OPSn, *optical physical section of order n*): couche de réseau qui offre la fonctionnalité de transmission d'un signal optique à longueurs d'onde multiples sur différents types de support optique (par exemple, fibre G.652, G.653 ou G.655). Noter qu'un signal "à longueurs d'onde multiples" inclut le cas d'un seul canal optique.

Cette structure combine la fonctionnalité de transport des réseaux à couches OMS et OTS sans leurs informations de surveillance. Les capacités de section OPSn sont définies pour $n = 0$ et $n = 16$.

3.14 interface de nœud de réseau de transport optique (ONNI, *optical transport network node interface*): interface de nœud de réseau de transport optique qui est utilisée pour réaliser l'interconnexion avec un autre nœud de réseau de transport optique.

3.15 signal de préfixe OTM (OOS, *OTM overhead signal*): structure informationnelle utilisée pour le transport du préfixe non associé au module OTM sur le canal de supervision optique. Le préfixe non associé se compose d'un préfixe de section de transmission optique, d'un préfixe de section multiplex optique et d'un préfixe de canal optique non associé. Il est caractérisé par sa structure de trame, son débit et sa largeur de bande.

3.16 canal de supervision optique (OSC, *optical supervisory channel*): porteuse physique hors de la bande de l'amplificateur qui assure le transport du signal de préfixe de module OTM.

3.17 hiérarchie de transport optique (OTH, *optical transport hierarchy*): ensemble hiérarchique de structures de transport numérique, normalisé pour le transport de charges utiles adaptées sur des réseaux de transmission optique.

3.18 multiplexage OTH: procédure par laquelle des canaux optiques sont multiplexés.

3.19 préfixe non associé (naOH, *non-associated overhead*): information de surveillance transportée dans un signal OOS.

3.20 activation/désactivation en transparence d'un moniteur de connexion: s'applique au point TC-CMEP. Signifie qu'un moniteur de connexion entre deux points TC-CMEP peut être établi/libéré sans affecter les données de charge utile ou toute information de préfixe non associé. Par conséquent, les fonctions de gestion ne sont pas elles aussi affectées. En particulier, les moniteurs de connexion antérieurement établis ne refléteront pas les conditions d'erreur transitoires ou les statistiques associées résultant directement de l'activation/désactivation du moniteur de connexion nouveau/ancien.

3.21 CBR2G5: signal à débit constant de $2\,488\,320 \text{ kbit/s} \pm 20,10^{-6}$. Un exemple de signal de ce type est le signal STM-16.

3.22 CBR10G: signal à débit constant de $9\,953\,280 \text{ kbit/s} \pm 20,10^{-6}$. Un exemple de signal de ce type est le signal STM-64.

3.23 CBR40G: signal à débit binaire constant de $39\ 813\ 120\ \text{kbit/s} \pm 20,10^{-6}$. Un exemple de signal de ce type est le signal STM-256.

3.24 extrémité de surveillance de connexion (CMEP, *connection monitoring end point*): point d'aboutissement d'un chemin qui correspond, en tant que tel, aux fonctions de terminaison de chemin. Le préfixe de surveillance de connexion (CMOH) est inséré et extrait aux extrémités CMEP.

Pour un canal OCh, les extrémités CMEP sont rangées en trois classes:

- les extrémités CMEP de section optique de canaux OCh (OS_CMEP), qui représentent les extrémités d'un chemin d'unité OTUk. Le champ de préfixe de surveillance de section (SM, voir Figures 15-9 et 15-10) contient le préfixe associé (CMOH);
- les extrémités CMEP de connexions en cascade de canaux OCh (TC_CMEP), qui représentent les extrémités d'un chemin d'unité ODUkT. Les champs 1 à 6 de préfixe de surveillance TCM (voir Figures 15-12 et 15-13) contiennent le préfixe associé (CMOH);
- les extrémités CMEP de conduit de canaux OCh (P_CMEP), qui représentent les extrémités d'un chemin d'unité ODUkP. Le champ de préfixe de surveillance de conduit (PM, voir Figures 15-12 et 15-14) contient le préfixe associé (CMOH).

3.25 système d'ajustement de capacité de liaison (LCAS, *link capacity adjustment scheme*): dans les fonctions d'adaptation de source et de puits de concaténations virtuelles, le système LCAS offre un mécanisme de commande permettant d'augmenter ou de diminuer sans discontinuité binaire la capacité d'une liaison afin de répondre aux besoins de l'application en terme de largeur de bande. Il permet également de supprimer des liaisons membres qui ont subi une panne. Le système LCAS part du principe qu'en cas de création, d'augmentation ou de diminution de capacité, la construction ou la destruction du trajet de bout en bout relève de la responsabilité des systèmes de gestion de réseau et d'élément de réseau.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

0xYY	YY est une valeur hexadécimale
10^{-6}	parties par million
3R	réamplification, reconfiguration et resynchronisation
ACT	activation (dans l'octet ACT de surveillance TCM)
AI	information adaptée (<i>adapted information</i>)
AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
APS	commutation automatique de protection (<i>automatic protection switching</i>)
BDI	indication de défaut vers l'arrière (<i>backward defect indication</i>)
BDI-O	préfixe d'indication de défaut vers l'arrière (<i>backward defect indication overhead</i>)
BDI-P	charge utile d'indication de défaut vers l'arrière (<i>backward defect indication payload</i>)
BEI	indication d'erreur vers l'arrière (<i>backward error indication</i>)
BI	indication vers l'arrière (<i>backward indication</i>)
BIAE	erreur de verrouillage entrant vers l'arrière (<i>backward incoming alignment error</i>)
BIP	parité à entrelacement de bits (<i>bit interleaved parity</i>)
CBR	débit binaire constant (<i>constant bit rate</i>)

CI	information caractéristique (<i>characteristic information</i>)
CM	surveillance de connexion (<i>connection monitoring</i>)
CMEP	extrémité de surveillance de connexion (<i>connection monitoring end point</i>)
CMOH	préfixe de surveillance de connexion (<i>connection monitoring overhead</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>)
CTRL	mot de commande envoyé de la source au puits (<i>control word sent from source to sink</i>)
DAPI	identificateur de point d'accès de destination (<i>destination access point identifier</i>)
DNU	ne pas utiliser (<i>do not use</i>)
EDC	code de détection d'erreur (<i>error detection code</i>)
EOS	fin de séquence (<i>end of sequence</i>)
EXP	expérimental
ExTI	identificateur de trace attendue (<i>expected trace identifier</i>)
FAS	signal de verrouillage de trames (<i>frame alignment signal</i>)
FDI	indication de défaut vers l'avant (<i>forward defect indication</i>)
FDI-O	préfixe d'indication de défaut vers l'avant (<i>forward defect indication overhead</i>)
FDI-P	charge utile d'indication de défaut vers l'avant (<i>forward defect indication payload</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
GCC	canal de communication générale (<i>general communication channel</i>)
GID	identification de groupe (<i>group identification</i>)
IaDI	interface intradomaniale (<i>intra-domain interface</i>)
IAE	erreur de verrouillage entrant (<i>incoming alignment error</i>)
IrDI	interface interdomaniale (<i>inter-domain interface</i>)
JOH	préfixe de justification (<i>justification overhead</i>)
LCAS	système d'ajustement de capacité de liaison (<i>link capacity adjustment scheme</i>)
LSB	bit de plus faible poids (<i>least significant bit</i>)
MFAS	signal de verrouillage de multitrame (<i>multiframe alignment signal</i>)
MFI	indicateur de multitrame (<i>multiframe indicator</i>)
MS	signal de maintenance (<i>maintenance signal</i>)
MSB	bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>)
MSI	identificateur de structure multiplex (<i>multiplex structure identifier</i>)
MST	statut de membre (<i>member status</i>)
naOH	en-tête non associé (<i>non-associated overhead</i>)
NNI	interface de nœud de réseau (<i>network node interface</i>)
NORM	mode de fonctionnement normal (<i>normal operating mode</i>)
OCC	porteuse de canal optique (<i>optical channel carrier</i>)
OCCo	préfixe de porteuse de canal optique (<i>optical channel carrier – overhead</i>)
OCCp	charge utile de porteuse de canal optique (<i>optical channel carrier – payload</i>)

OCCr	porteuse de canal optique à fonctionnalité réduite (<i>optical channel carrier with reduced functionality</i>)
OCG	groupe de porteuses optiques (<i>optical carrier group</i>)
OCGr	groupe de porteuses optiques à fonctionnalité réduite (<i>optical carrier group with reduced functionality</i>)
OCh	canal optique à fonctionnalité complète (<i>optical channel with full functionality</i>)
OChr	canal optique à fonctionnalité réduite (<i>optical channel with reduced functionality</i>)
OCI	indication de connexion ouverte (<i>open connection indication</i>)
ODTUG	groupe d'unités d'affluents de données de canal optique (<i>optical channel data tributary unit group</i>)
ODTUjk	unité d'affluents de données de canal optique j à k (<i>optical channel data tributary unit j into k</i>)
ODU	unité de données de canal optique (<i>optical channel data unit</i>)
ODUk	unité de données de canal optique d'ordre k (<i>optical channel data unit-k</i>)
ODUk-Xv	X unités ODUk virtuellement concaténées (<i>X virtually concatenated ODUK's</i>)
OH	en-tête (<i>overhead</i>)
OMS	section multiplex optique (<i>optical multiplex section</i>)
OMS-OH	préfixe de section multiplex optique (<i>optical multiplex section overhead</i>)
OMU	unité de multiplex optique (<i>optical multiplex unit</i>)
ONNI	interface de nœud de réseau optique (<i>optical network node interface</i>)
OOS	signal d'en-tête de module OTM (<i>OTM overhead signal</i>)
OPS	section optique physique (<i>optical physical section</i>)
OPU	unité de charge utile de canal optique (<i>optical channel payload unit</i>)
OPUk	unité de charge utile de canal optique d'ordre k (<i>optical channel payload unit-k</i>)
OPUk-Xv	X unités OPUk virtuellement concaténées (<i>X virtually concatenated OPUK's</i>)
OSC	canal optique superviseur (<i>optical supervisory channel</i>)
OTH	hiérarchie de transport optique (<i>optical transport hierarchy</i>)
OTM	module de transport optique (<i>optical transport module</i>)
OTN	réseau de transport optique (<i>optical transport network</i>)
OTS	section optique de transmission (<i>optical transmission section</i>)
OTS-OH	en-tête de section de transmission optique (<i>optical transmission section overhead</i>)
OTU	unité de transport de canal optique (<i>optical channel transport unit</i>)
OTUk	unité de transport de canal optique entièrement normalisée (<i>completely standardized optical channel transport unit-k</i>)
OTUkV	unité de transport de canal optique d'ordre k fonctionnellement normalisée (<i>functionally standardized optical channel transport unit-k</i>)
PCC	canal de communication de protection (<i>protection communication channel</i>)
PLD	charge utile (<i>payload</i>)

PM	surveillance de conduit (<i>path monitoring</i>)
PMI	indication de charge utile manquante (<i>payload missing indication</i>)
PMOH	préfixe de surveillance de conduit (<i>path monitoring overhead</i>)
PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo random binary sequence</i>)
PSI	identificateur de structure de charge utile (<i>payload structure identifier</i>)
PT	type de charge utile (<i>payload type</i>)
RES	réservé pour future normalisation internationale
RS	Reed-Solomon
RS-Ack	réacquiescement de séquence (<i>re-sequence acknowledge</i>)
SAPI	identificateur du point d'accès source (<i>source access point identifier</i>)
Sk	puits (<i>sink</i>)
SM	surveillance de section (<i>section monitoring</i>)
SMOH	préfixe de surveillance de section (<i>section monitoring overhead</i>)
So	source
SQ	indicateur de séquence (<i>sequence indicator</i>)
TC	connexion en cascade (<i>tandem connection</i>)
TCM	surveillance de connexion en cascade (<i>tandem connection monitoring</i>)
TCMOH	en-tête de surveillance de connexion en cascade (<i>tandem connection monitoring overhead</i>)
TS	intervalle d'affluent (<i>tributary slot</i>)
TxTI	identificateur de trace émis (<i>transmitted trace identifier</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user-to-network interface</i>)
VCG	groupe de concaténations virtuelles (<i>virtual concatenation group</i>)
VCOH	préfixe de concaténation virtuelle (<i>virtual concatenation overhead</i>)
vcPT	type de charge utile de concaténation virtuelle (<i>virtual concatenated payload type</i>)

5 Conventions

L'architecture fonctionnelle du réseau de transport optique spécifiée dans la Rec. UIT-T G.872 est utilisée pour spécifier l'interface de nœud de réseau optique. Cette interface est spécifiée en termes d'information adaptée et caractéristique présentant chaque couche comme décrit dans la Rec. UIT-T G.805.

Ordre de transmission: l'ordre de transmission de l'information dans tous les diagrammes de la présente Recommandation est de gauche à droite et du sommet vers le 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 la gauche dans tous les diagrammes.

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

Valeur des bits non renseignés: sauf indication contraire, la valeur des bits non sourcés est "0".

Assignation des préfixes OTUk, ODUk et OPUk: l'assignation des préfixes dans les signaux des unités de canal optique de transport/de données/de charge utile dans chaque partie est définie à la Figure 5-1.

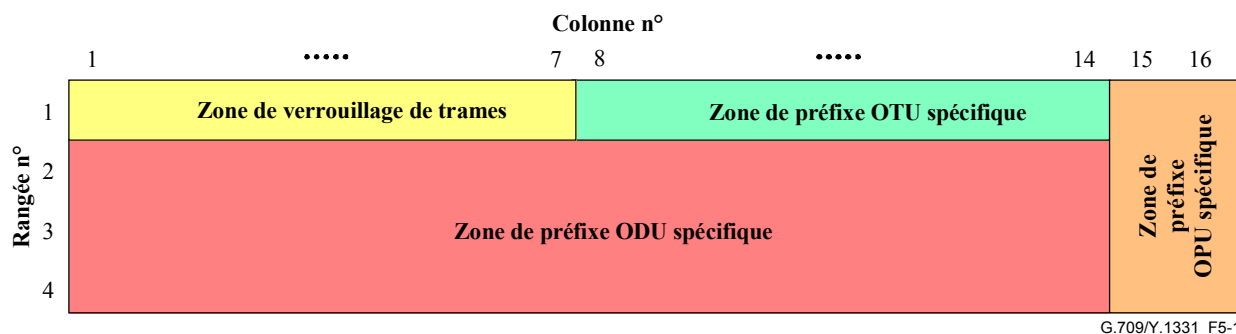


Figure 5-1/G.709/Y.1331 – Préfixes d'unités OTUk, ODUk et OPUk

6 Structure de l'interface de nœud de réseau de transport optique

Le réseau de transport optique spécifié dans la Rec. UIT-T G.872 définit deux classes d'interface:

- l'interface interdomaniale (IrDI);
- l'interface intradomaniale (IaDI).

Les interfaces IrDI d'un réseau OTN sont définies par traitement de régénération 3R de part et d'autre de ces interfaces.

Le module de transport optique n (OTM-n) est la structure informationnelle utilisée pour prendre en charge les interfaces de réseau OTN. Deux structures de module OTM-n sont définies:

- les interfaces de module OTM à fonctionnalité complète (OTM-n.m);
- les interfaces de module OTM à fonctionnalité réduite (OTM-0.m, OTM-nr.m).

Les interfaces de module OTM à fonctionnalité réduite sont définies par traitement 3R de part et d'autre de ces interfaces afin de prendre en charge la classe d'interface IrDI de réseau OTN.

6.1 Structure de base des signaux

La structure de base est représentée à la Figure 6-1.

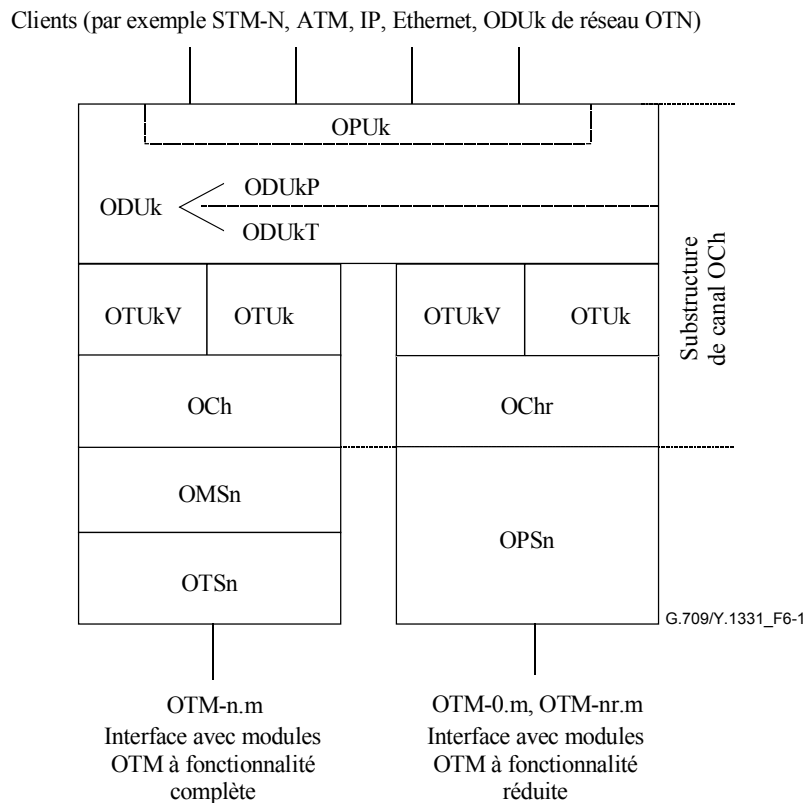


Figure 6-1/G.709/Y.1331 – Structure des interfaces avec le réseau OTN

6.1.1 Substructure des canaux OCh

La couche des canaux optiques définie dans la Rec. UIT-T G.872 est à son tour structurée en réseaux de couche afin de prendre en charge les fonctionnalités de gestion et de supervision de réseau qui sont définies dans la Rec. UIT-T G.872:

- le canal optique avec fonctionnalité complète (OCh) ou réduite (OChr), qui offre des connexions de réseau transparentes entre points de régénération 3R du réseau OTN;
- l'unité de transport de canal optique complètement ou fonctionnellement normalisée (OTUk/OTUkV), qui assure la supervision et conditionne le signal pour le transport entre les points de régénération 3R dans le réseau OTN;
- l'unité de données de canal optique (ODUk) qui assure:
 - la surveillance des connexions en cascade (ODUkT);
 - la supervision des conduits de bout en bout (ODUkP);
 - l'adaptation des signaux clients au moyen de l'unité de charge utile de canal optique (OPUk).

6.1.2 Structure des modules OTM-n.m ($n \geq 1$) à fonctionnalité complète

Cette structure se compose des couches suivantes:

- la section transmission optique (OTSn);
- la section multiplex optique (OMSn);
- le canal optique à fonctionnalité complète (OCh);
- l'unité de transport par canal optique complètement ou fonctionnellement normalisée (OTUk/OTUkV);
- l'unité de données de canal optique (ODUk).

6.1.3 Structure des modules OTM-nr.m et OTM-0.m à fonctionnalité réduite

Cette structure se compose des couches suivantes:

- la section optique physique (OPSn);
- le canal optique à fonctionnalité réduite (OChr);
- l'unité de transport par canal optique complètement ou fonctionnellement normalisée (OTUk/OTUkV);
- l'unité de données de canal optique (ODUk).

6.2 Structure informationnelle associée aux interfaces avec le réseau OTN

La structure informationnelle associée aux interfaces avec le réseau OTN est représentée par des relations et des flux de confinement d'information. Les principales relations de confinement d'information sont décrites aux Figures 6-2, 6-3 et 6-4. Les flux d'information sont illustrés à la Figure 6-5.

Aux fins de la supervision dans le réseau OTN, le signal OTUk/OTUkV est terminé chaque fois que le signal OCh est terminé.

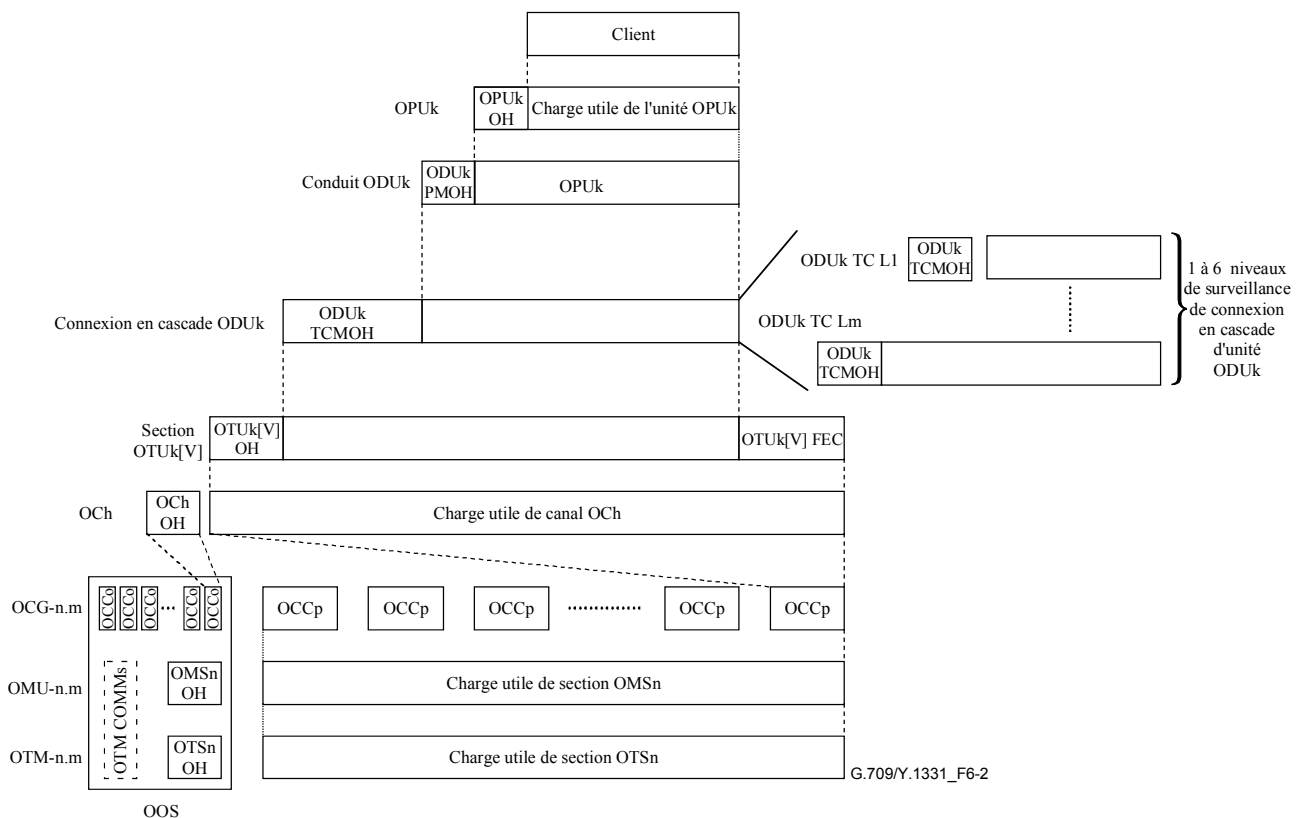


Figure 6-2/G.709/Y.1331 – Principales relations de confinement d'information des modules OTM-n.m

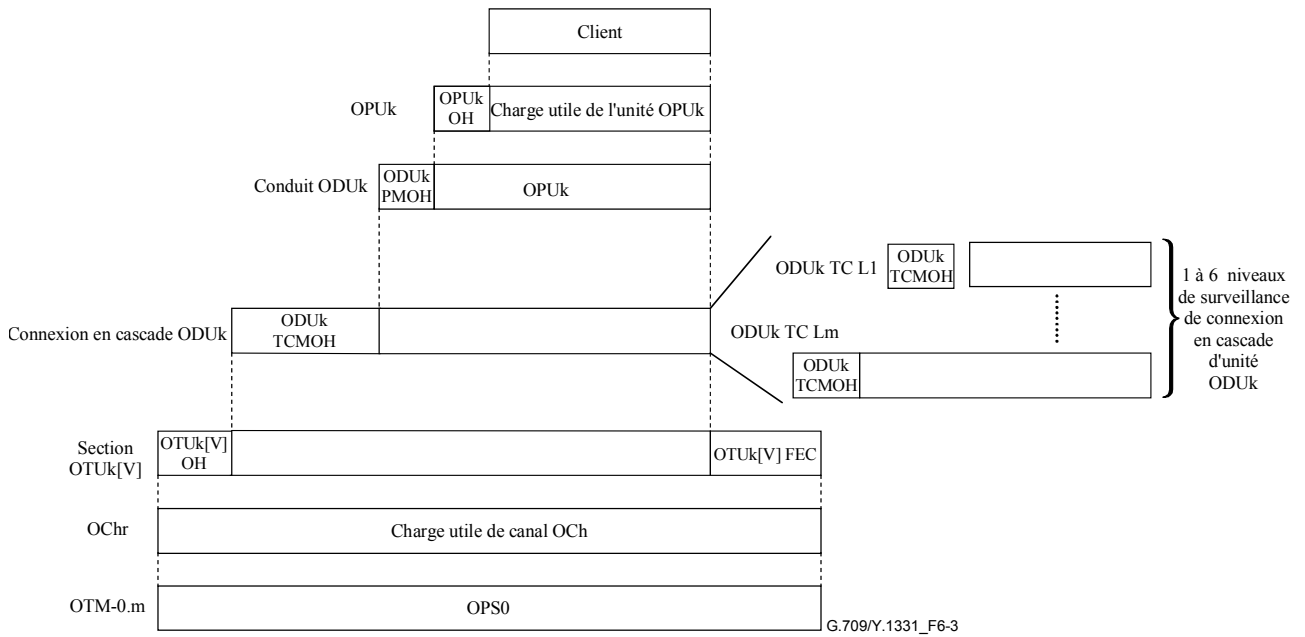


Figure 6-3/G.709/Y.1331 – Principales relations d'information des modules OTM-0.m

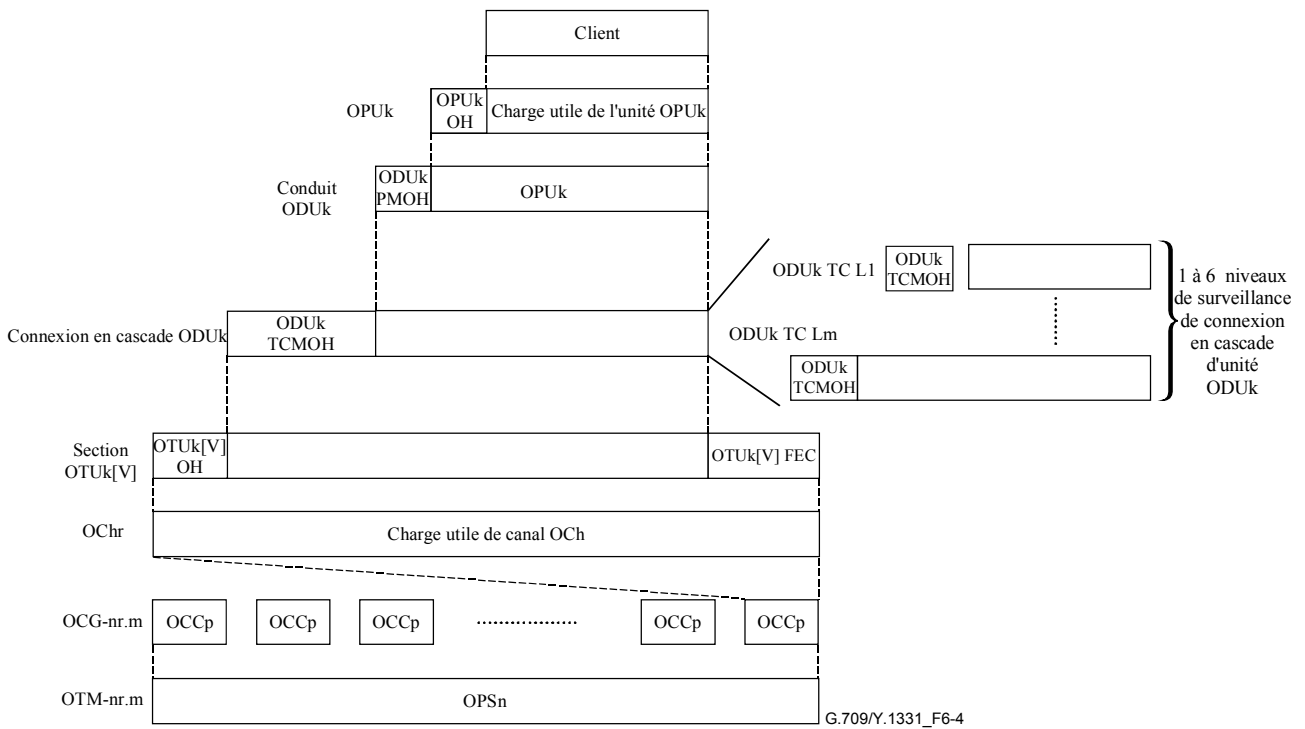
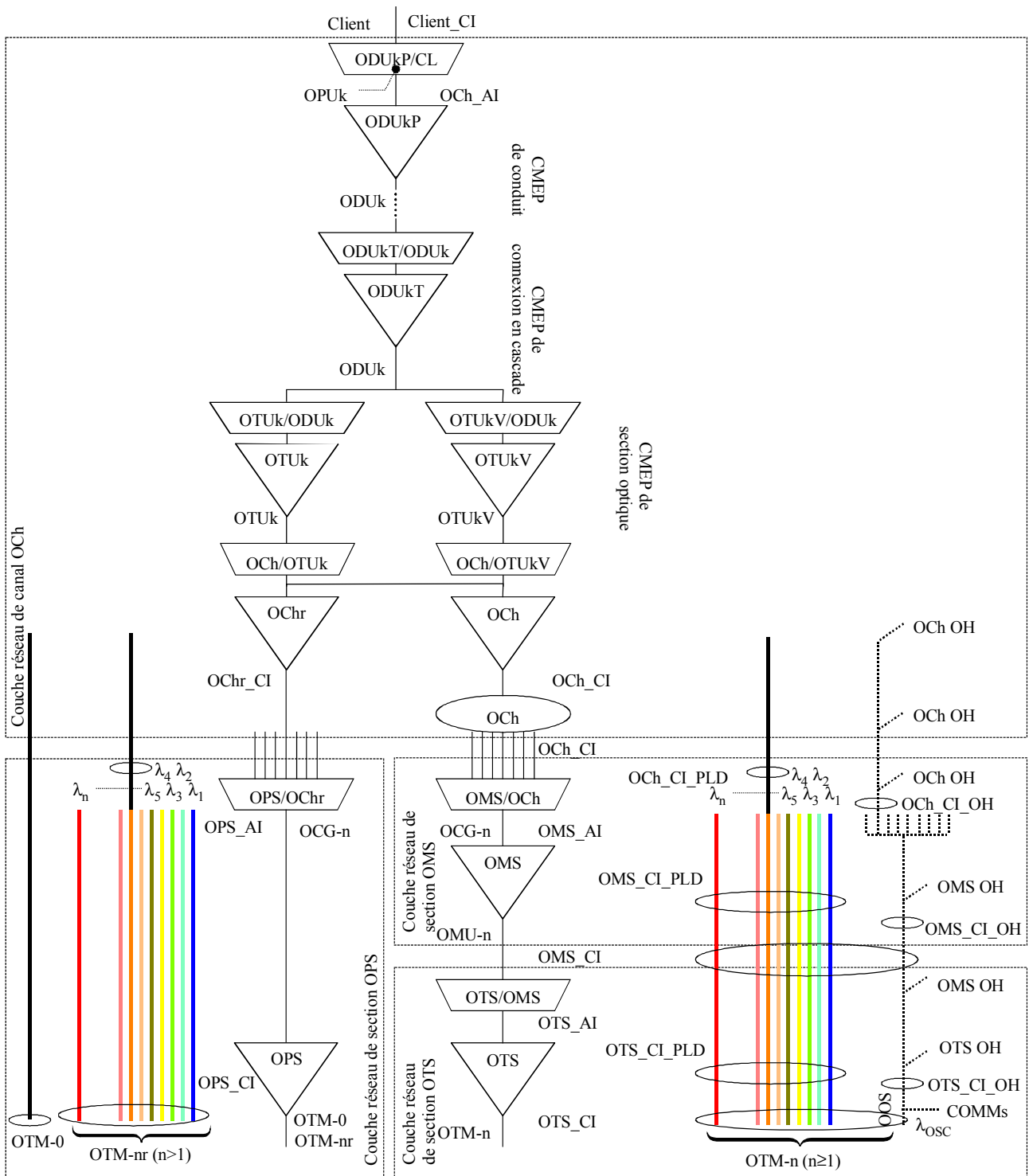


Figure 6-4/G.709/Y.1331 – Principales relations de confinement d'information des modules OTM-nr.m



NOTE – Le modèle de cette figure est donné seulement à titre d'illustration. λ représente une longueur d'onde optique.

G.709/Y.1331_F6-5

Figure 6-5/G.709/Y.1331 – Exemple de relation de flux d'information

7 Principes de multiplexage/mappage et débits binaires

La Figure 7-1 montre la relation entre divers éléments de la structure informationnelle. Elle montre la structure de multiplexage (y compris le multiplexage en longueur d'onde et le multiplexage par répartition dans le temps) ainsi que les mappages pour les modules OTM-n.

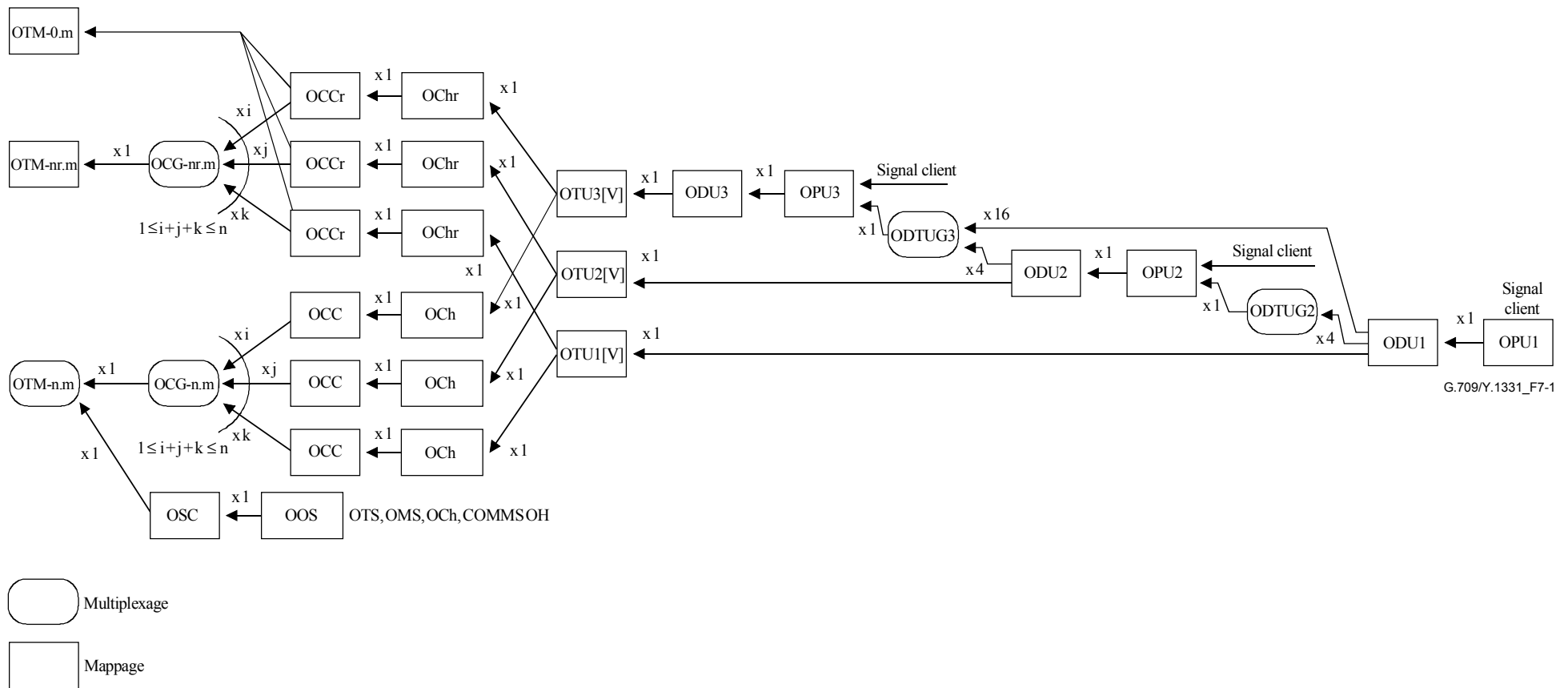


Figure 7-1/G.709/Y.1331 – Structures de multiplexage et de mappage d'une interface OTM

Le préfixe d'OTS, d'OMS, d'OCh et de COMMS est inséré par mappage dans le signal OOS et au moyen de techniques de multiplexage qui sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

7.1 Mappage

Le signal client ou un groupe d'unités d'affluents de données de canal optiques (ODTUG_k, *optical channel data unit tributary unit group*) est mappé dans l'unité OPU_k. Celle-ci est mappée dans une unité ODU_k et celle-ci dans une unité OTU_k[V]. Cette dernière est mappée dans un canal OCh[r] qui est ensuite modulé sur une porteuse OCC[r].

7.2 Multiplexage par répartition en longueur d'onde

Jusqu'à n ($n \geq 1$) porteuses OCC[r] sont multiplexées par répartition en longueur d'onde en un groupe OCG- n [r].m. Les intervalles d'affluent de porteuse OCC[r] du groupe OCG- n [r].m peuvent être de largeurs différentes.

Le groupe OCG- n [r].m est transporté par le module OTM- n [r].m. Dans le cas d'interfaces de module OTM- n .m avec fonctionnalité complète, le canal OSC est multiplexé en module OTM- n .m par répartition en longueur d'onde.

7.3 Débits binaires et capacité

Les débits binaires et la capacité des signaux OTU_k sont définis dans le Tableau 7-1.

Les débits binaires et la capacité des signaux ODU_k sont définis dans le Tableau 7-2.

Les débits et la capacité de charge utile des unités OPU_k et OPU_k-X_v sont définis dans le Tableau 7-3.

Les périodes de trame des unités OTU_k/ODU_k/OPU_k/OPU_k-X_v sont définies dans le Tableau 7-4.

Tableau 7-1/G.709/Y.1331 – Types d'unités OTU et capacités associées

Type d'unité OTU	Débit binaire nominal de l'unité OTU	Tolérance de débit binaire de l'unité OTU
OTU1	255/238 × 2 488 320 kbit/s	± 20 · 10 ⁻⁶
OTU2	255/237 × 9 953 280 kbit/s	
OTU3	255/236 × 39 813 120 kbit/s	
NOTE – Les débits binaires nominaux des OTU _k sont approximativement les suivants: 2 666 057,143 kbit/s (OTU1), 10 709 225,316 kbit/s (OTU2) et 43 018 413,559 kbit/s (OTU3).		

Tableau 7-2/G.709/Y.1331 – Types d'unités ODU et capacités associées

Type d'unité ODU	Débit binaire nominal de l'unité ODU	Tolérance de débit binaire de l'unité ODU
ODU1	239/238 × 2 488 320 kbit/s	±20 · 10 ⁻⁶
ODU2	239/237 × 9 953 280 kbit/s	
ODU3	239/236 × 39 813 120 kbit/s	
NOTE – Les débits binaires nominaux des ODU _k sont approximativement les suivants: 2 498 775,126 kbit/s (ODU1), 10 037 273,924 kbit/s (ODU2) et 40 319 218, 983 kbit/s (ODU3).		

Tableau 7-3/G.709/Y.1331 – Type d'unité OPU et capacité

Type d'unité OPU	Débit nominal de charge utile d'OPU	Tolérance sur le débit de charge utile d'OPU
OPU1	2 488 320 kbit/s	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$
OPU2	$238/237 \times 9\,953\,280$ kbit/s	
OPU3	$238/236 \times 39\,813\,120$ kbit/s	
OPU1-Xv	$X \times 2\,488\,320$ kbit/s	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$
OPU2-Xv	$X \times 238/237 \times 9\,953\,280$ kbit/s	
OPU3-Xv	$X \times 238/236 \times 39\,813\,120$ kbit/s	
NOTE – Les débits de charge utile d'unité OPUk sont d'environ: 2 488 320,000 kbit/s (charge utile d'OPU1), 9 995 276,962 kbit/s (charge utile d'OPU2) et 40 150 519,322 kbit/s (charge utile d'OPU3). Les débits nominaux de charge utile d'OPUk-Xv sont d'environ: $X \times 2\,488\,320,000$ kbit/s (charge utile d'OPU1-Xv), $X \times 9\,995\,276,962$ kbit/s (charge utile d'OPU2-Xv) et $X \times 40\,150\,519,322$ kbit/s (charge utile d'OPU3-Xv).		

Tableau 7-4/G.709/Y.1331 – Période de trame d'unité OTUk/ODUk/OPUk

Type d'unité OTU/ODU/OPU	Période (Note)
OTU1/ODU1/OPU1/OPU1-Xv	48,971 μ s
OTU2/ODU2/OPU2/OPU2-Xv	12,191 μ s
OTU3/ODU3/OPU3/OPU3-Xv	3,035 μ s
NOTE – La période est une valeur approchée, arrondie à 3 chiffres.	

7.4 Multiplexage par répartition dans le temps d'unités ODUk

La Figure 7-1 montre la relation entre divers éléments de multiplexage par répartition dans le temps, définis ci-dessous. Elle décrit également des structures de multiplexage possibles. Jusqu'à 4 signaux d'unité ODU1 sont multiplexés dans un groupe ODTUG2 par répartition dans le temps. Le groupe ODTUG2 est mappé dans l'unité OPU2. Un mélange de j ($j \leq 4$) signaux ODU2 et de $16-4j$ signaux ODU1 peut être multiplexé dans un groupe ODTUG3 par répartition dans le temps. Le groupe ODTUG3 est mappé dans l'unité OPU3.

Les Figures 7-2 et 7-3 montrent comment divers signaux sont multiplexés au moyen de ces éléments de multiplexage. La Figure 7-2 présente le multiplexage de quatre signaux ODU1 dans le signal OPU2. Un signal ODU1 est complété d'un préfixe de verrouillage de trames et mappé en mode asynchrone dans l'unité d'affluents de données de canal optique 1 de 2 (ODTU12) au moyen du préfixe de justification (JOH, *justification overhead*). Les quatre signaux ODTU12 sont multiplexés par répartition dans le temps dans le groupe d'unités d'affluents de données de canal optique 2 (ODTUG2), après quoi ce signal est mappé dans l'unité OPU2.

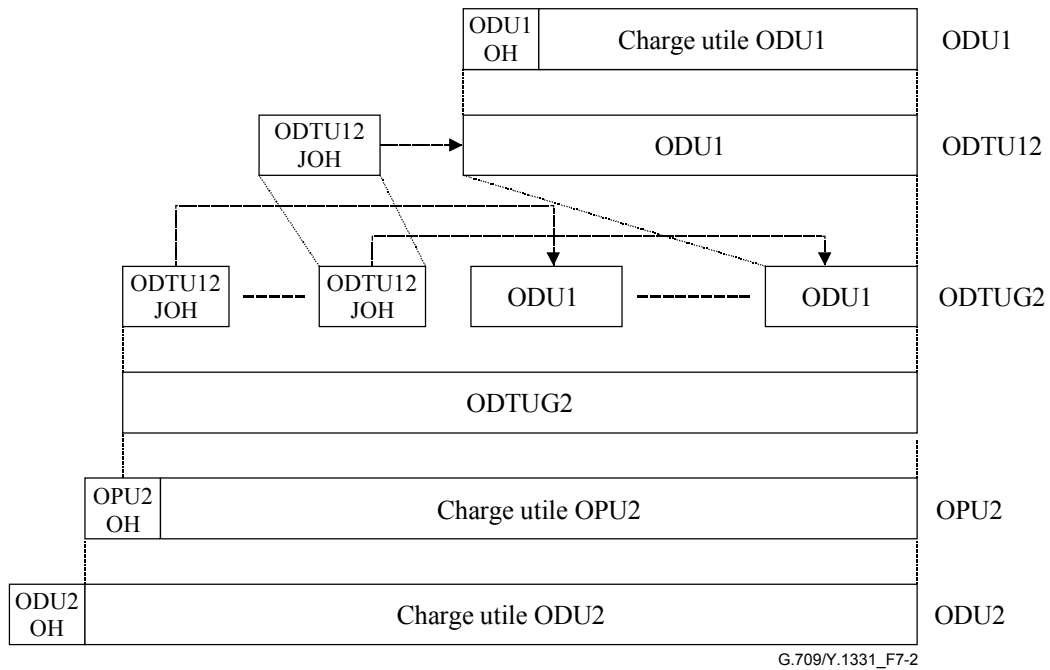


Figure 7-2/G.709/Y.1331 – Méthode de multiplexage de signal ODU1 dans un signal ODU2

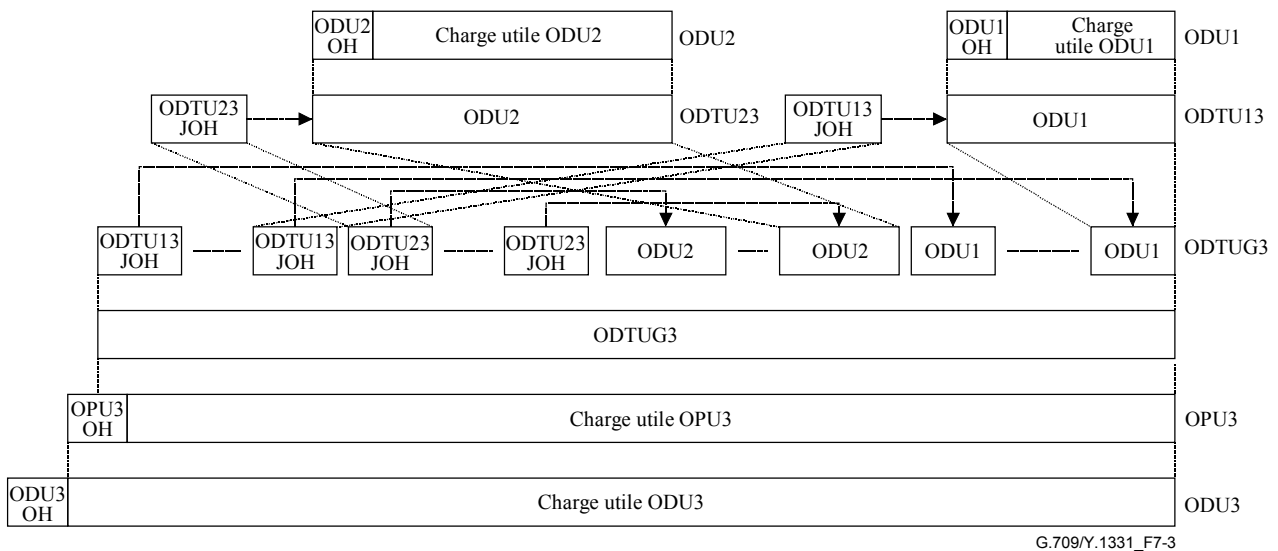


Figure 7-3/G.709/Y.1331 – Méthode de multiplexage de signaux ODU1 et ODU2 dans un signal ODU3

La Figure 7-3 présente le multiplexage d'un maximum de 16 signaux ODU1 et/ou d'un maximum de 4 signaux ODU2, dans le signal OPU3. Un signal ODU1 est complété d'un préfixe de verrouillage de trames et mappé en mode asynchrone dans l'unité d'affluents de données de canal optique 1 de 3 (ODTU13) au moyen du préfixe de justification (JOH). Un signal ODU2 est complété d'un préfixe de verrouillage de trames et mappé en mode asynchrone dans l'unité d'affluents de données de canal optique 2 de 3 (ODTU23) au moyen du préfixe de justification (JOH). "x" signaux ODTU23 ($0 \leq x \leq 4$) et "16-4x" signaux ODTU13 sont multiplexés par répartition dans le temps dans le groupe d'unités d'affluents de données de canal optique 3 (ODTUG3), après quoi ce signal est mappé dans l'unité OPU3.

Les détails de la méthode de multiplexage et des mappages sont donnés dans le § 19.

Un exemple décrivant le multiplexage de 4 signaux ODU1 dans un signal ODU2 est présenté dans l'Appendice III.

8 Module de transport optique (OTM-n.m, OTM-nr.m, OTM-0.m)

Deux structures de module OTM sont définies: l'une avec fonctionnalité complète, l'autre avec fonctionnalité réduite. Pour l'interface IrDI, seules les interfaces avec les modules OTM à fonctionnalité réduite sont actuellement définies. D'autres interfaces IrDI avec les modules OTM à fonctionnalité complète ou réduite feront l'objet d'un complément d'étude.

8.1 Modules OTM avec fonctionnalité réduite (OTM-0.m, OTM-nr.m)

Le module OTM-n prend en charge n canaux optiques dans un même arc optique avec régénération 3R et terminaison de l'unité OTUk[V] à chaque extrémité. Etant donné que la régénération 3R est effectuée de part et d'autre des interfaces avec les modules OTM-0.m et OTM-nr.m, l'accès au préfixe d'unité OTUk[V] est disponible et la maintenance/supervision de l'interface est assurée au moyen de ce préfixe. Le préfixe non associé de réseau OTN n'est donc pas requis de part et d'autre des interfaces avec les modules OTM-0.m ou OTM-nr.m et un canal OSC/signal OOS n'est pas pris en charge.

Deux classes d'interface avec module OTM à fonctionnalité réduite sont définies: OTM-0.m et OTM-16r.m. D'autres classes d'interface à fonctionnalité réduite feront l'objet d'un complément d'étude.

8.1.1 Interface OTM-0.m

L'interface OTM-0.m prend en charge un canal optique non coloré sur un seul arc optique avec régénération 3R à chaque extrémité.

Trois signaux d'interface OTM-0.m (voir Figure 8-1) sont définis, chacun transportant un seul signal de canal optique contenant un seul signal OTUk[V], à savoir:

- OTM-0.1 (acheminant une unité OTU1[V]);
- OTM-0.2 (acheminant une unité OTU2[V]);
- OTM-0.3 (acheminant une unité OTU3[V]).

Leur désignation générique est OTM-0.m.

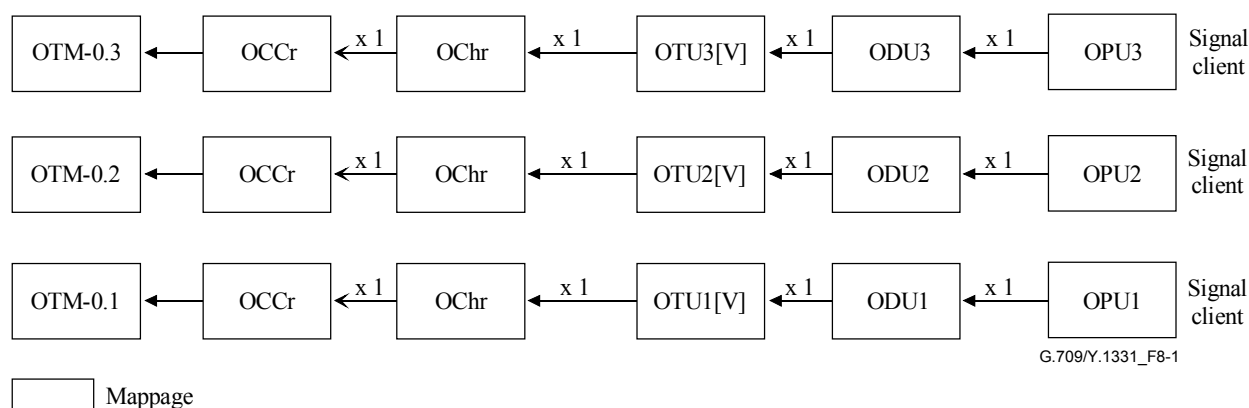


Figure 8-1/G.709/Y.1331 – Structure de l'interface OTM-0.m

La Figure 8-1 représente la relation entre les différents éléments de structure informationnelle qui sont définis ci-dessous et illustre les mappages possibles pour l'interface OTM-0.m.

Il n'y a ni canal OSC ni signal OOS.

8.1.2 Interface OTM-16r.m

Cette interface prend en charge 16 canaux optiques sur un seul arc optique avec régénération 3R à chaque extrémité.

Six signaux d'interface OTM-16r. sont définis, à savoir:

- OTM-16r.1 (acheminant i signaux d'interface OTU1[V] ($i \leq 16$));
- OTM-16r.2 (acheminant j signaux d'interface OTU2[V] ($j \leq 16$));
- OTM-16r.3. (acheminant k signaux d'interface OTU3[V] ($k \leq 16$));
- OTM-16r.123 (acheminant i signaux OTU1[V] ($i \leq 16$), j signaux OTU2[V] ($j \leq 16$) et k signaux OTU3[V] ($k \leq 16$) avec $i + j + k \leq 16$);
- OTM-16r.12 (acheminant i signaux OTU1[V] ($i \leq 16$) et j signaux OTU2[V] ($j \leq 16$) avec $i + j \leq 16$);
- OTM-16r.23 (acheminant j signaux OTU2[V] ($j \leq 16$) et k signaux OTU3[V] ($k \leq 16$) avec $j + k \leq 16$).

Leur désignation générique est OTM-16r.m.

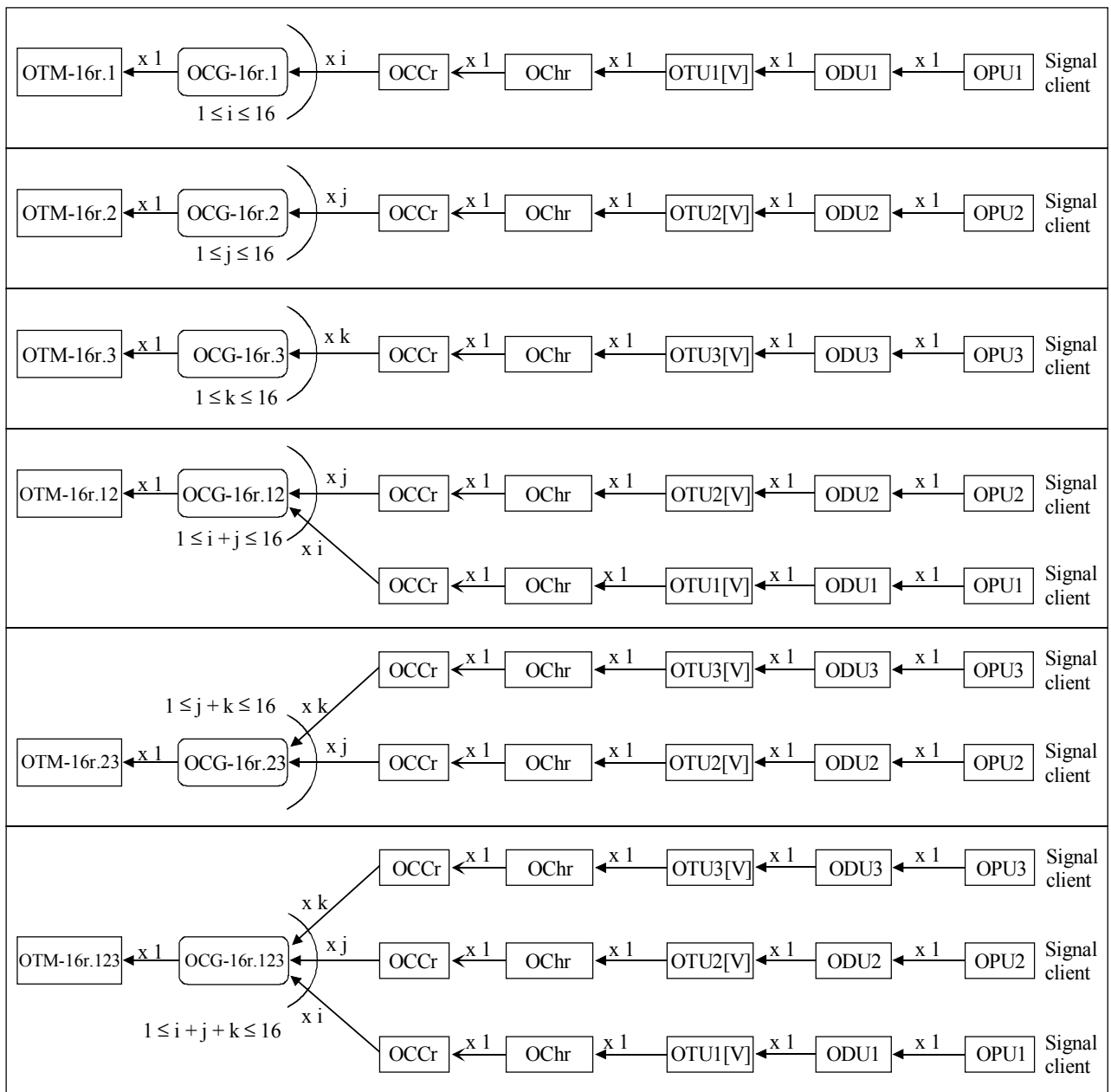
Le signal OTM-16r.m est un signal OTM-nr.m comportant 16 porteuses de canal optique (OCCr) numérotées de OCCr #0 à OCCr #15 (voir Figure 6-5). Il n'y a ni canal de supervision optique (OSC) ni signal OOS.

Une des porteuses OCCr au moins est en service pendant le fonctionnement normal et le transport d'une unité OTUk[V].

Il n'y a pas d'ordre prédéfini avec lequel les canaux OCCr sont mis en service.

Les six signaux d'interface OTM-16r.m définis et la structure de multiplexage OTM-16r.m sont représentés à la Figure 8-2.

NOTE – Le préfixe de section OPS de module OTM-16r.m n'est pas défini. Cette interface à longueurs d'onde multiples utilisera le préfixe SMOH d'unité OTUk[V] pour la supervision et la gestion. Les rapports de défaut de connexité (TIM) de l'interface OTM-16r.m seront calculés à partir des rapports individuels d'unité OTUk[V] au moyen d'une corrélation des défauts dans la gestion des pannes. Voir les Recommandations sur les équipements pour de plus amples détails.



G.709/Y.1331_F8-2

Multiplexage
 Mappage

Figure 8-2/G.709/Y.1331 – Structure de multiplexage à l'interface OTM-16r.m

8.2 Interface avec module OTM à fonctionnalité complète (OTM-n.m)

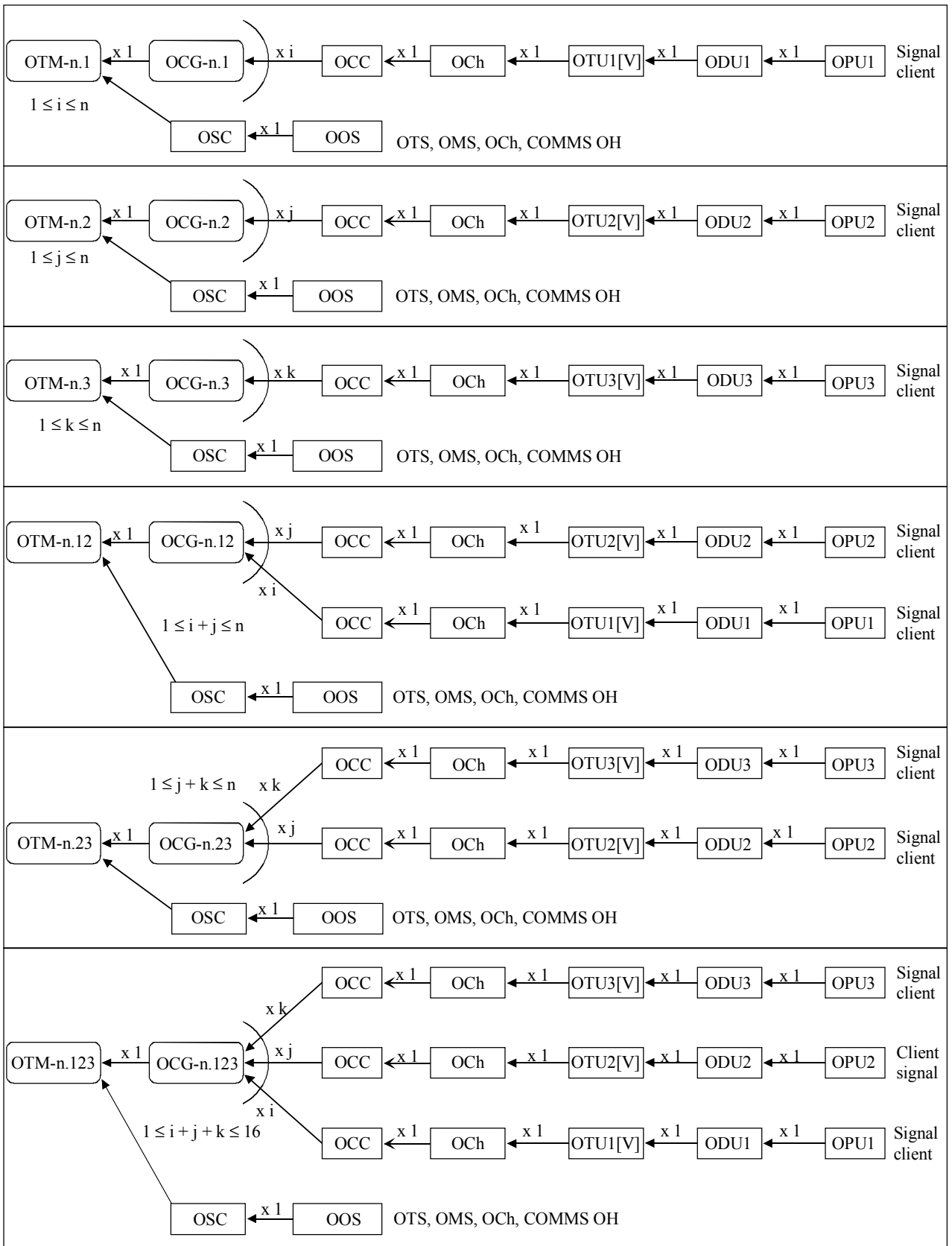
L'interface OTM-n.m prend en charge jusqu'à n canaux optiques pour arcs optiques uniques ou multiples. La régénération 3R n'est pas requise à cette interface.

Six signaux d'interface OTM-n sont définis, à savoir:

- OTM-n.1 (acheminant i signaux d'interface OTU1[V] ($i \leq n$));
- OTM-n.2 (acheminant j signaux d'interface OTU2[V] ($j \leq n$));
- OTM-n.3 (acheminant k signaux d'interface OTU3[V] ($k \leq n$));
- OTM-n.123 (acheminant i signaux OTU1[V] ($i \leq n$), j signaux OTU2[V] ($j \leq n$) et k signaux OTU3[V] ($k \leq n$) avec $i + j + k \leq n$);
- OTM-n.12 (acheminant i signaux OTU1[V] ($i \leq n$) et j signaux OTU2[V] ($j \leq n$) avec $i + j \leq n$);
- OTM-n.23 (acheminant j signaux OTU2[V] ($j \leq n$) et k signaux OTU3[V] ($k \leq n$) avec $j + k \leq n$).

Leur désignation générique est OTM-n.m.

Le signal d'interface OTM-n.m contient jusqu'à "n" porteuses OCC associées au débit le plus bas qui soit pris en charge comme indiqué par m et par un canal OSC (voir Figure 8-3). Il est possible qu'un nombre réduit de porteuses OCC à capacité de débit plus élevée soit pris en charge. La valeur de "n", de "m" et le canal OSC ne sont pas définis dans la présente Recommandation.



G.709/Y.1331_F8-3



 Multiplexage
 Mappage

Figure 8-3/G.709/Y.1331 – Structure de multiplexage à l'interface OTM-n.m

9 Spécification physique de l'interface ONNI

9.1 OTM-0.m

Les caractéristiques physico-optiques des signaux OTM-0.1, OTM-0.2 et OTM-0.3 sont spécifiées dans les Recommandations UIT-T G.959.1 et G.693.

9.2 OTM-16r.m

Les caractéristiques physico-optiques des signaux OTM-16r.1 et OTM-16r.2 sont spécifiées dans la Rec. UIT-T G.959.1.

La spécification des caractéristiques physico-optiques des signaux OTM-16r.3, OTM-16r.12, OTM 16r.23 et OTM-16r.123 appelle un complément d'étude.

9.3 OTM-n.m

La spécification des caractéristiques physico-optiques de l'interface OTM-n.m est propre au vendeur et hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

10 Canal optique (OCh)

Le canal optique transporte un signal client numérique entre des points de régénération 3R. Les signaux clients de canal optique définis dans la présente Recommandation sont ceux des unités OTUk. D'autres signaux clients numériques (comme STM-N, GbE) peuvent être pris en charge par le module OTM.

10.1 Canal optique à fonctionnalité complète (OCh)

La structure théorique d'un canal optique à fonctionnalité complète (OCh) est représentée à la Figure 10-1. Elle se compose de deux parties: le préfixe de canal OCh et la charge utile de canal OCh.

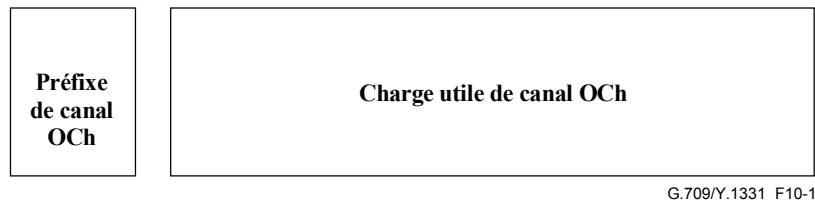


Figure 10-1/G.709/Y.1331 – Structure informationnelle d'un canal OCh

10.2 Canal optique à fonctionnalité réduite (OChr)

La structure théorique d'un canal optique à fonctionnalité réduite (OChr) est représentée à la Figure 10-2. Elle contient la charge utile de canal OChr.

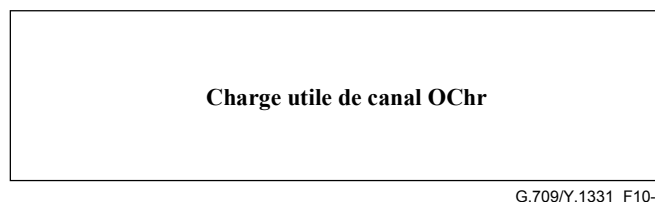


Figure 10-2/G.709/Y.1331 – Structure informationnelle d'un canal OChr

11 Unité de transport de canal optique (OTU)

L'unité OTUk[V] conditionne l'unité ODUk pour le transport sur une connexion de réseau de canaux optiques. La structure de trame des unités OTUk est complètement normalisée. La structure de trame des unités OTUkV n'est normalisée que fonctionnellement (c'est-à-dire que seule la fonctionnalité requise est spécifiée); voir l'Appendice II.

11.1 Structure de trame OTUk

La structure de trame OTUk ($k = 1,2,3$) est fondée sur la structure de trame ODUk et la complète avec une correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*) comme indiqué à la Figure 11-1. On ajoute 256 colonnes à la trame ODUk pour la FEC et les octets de préfixe réservés dans la rangée 1, colonnes 8 à 14 du préfixe ODUk, sont utilisés pour le préfixe propre à l'OTUk, ce qui se traduit par une structure de trame de bloc en octets de 4 rangées et 4080 colonnes. Le bit de plus fort poids de chaque octet est de bit 1, le bit de plus faible poids étant le bit 8.

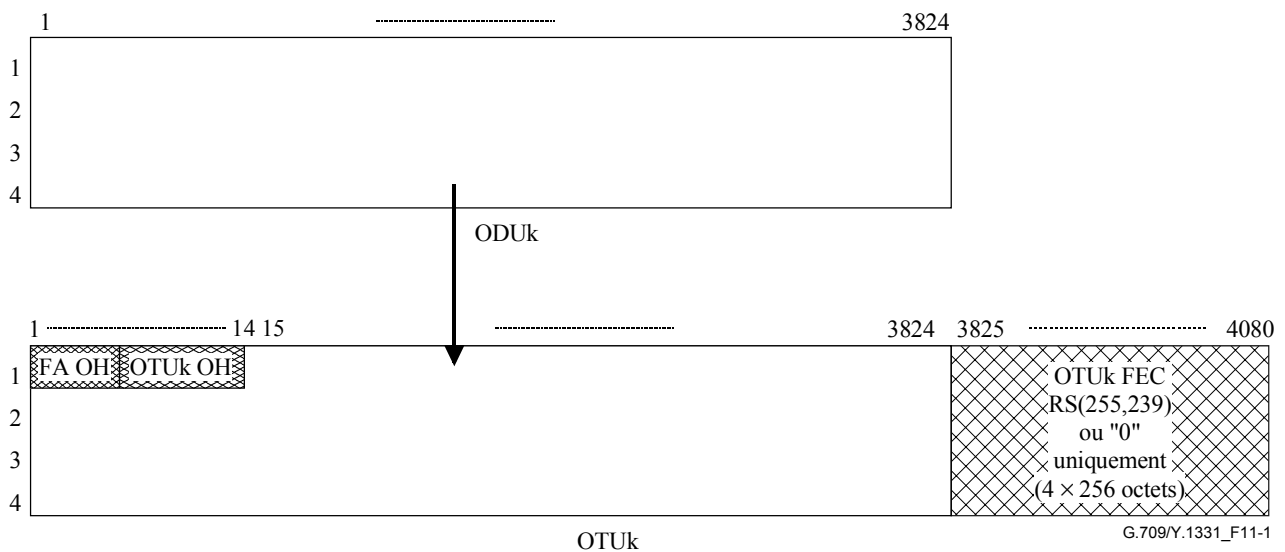


Figure 11-1/G.709/Y.1331 – Structure de trame OTUk

Les débits binaires pour les signaux OTUk sont définis au Tableau 7-1.

La correction d'erreur directe OTUk (FEC) contient les codes FEC de Reed-Solomon RS(255,239). On fait appel à un bourrage par des bits fixes ("0") lorsqu'on n'utilise pas de correction d'erreur directe.

Le code FEC RS(255,239) doit être calculé comme indiqué à l'Annexe A/G.709.

Pour l'interfonctionnement des équipements prenant en charge la FEC avec des équipements ne la prenant pas en charge (insertion de séries de bits "0" dans le champ FEC OTUk), l'équipement qui prend en charge la FEC doit pouvoir désactiver le processus de décodage de la FEC (c'est-à-dire ignorer le contenu du champ FEC de l'OTUk).

L'ordre de transmission dans la trame OTUk est de la gauche à la droite, du haut vers le bas et du bit de plus fort poids vers le bit de plus faible poids (voir Figure 11-2).

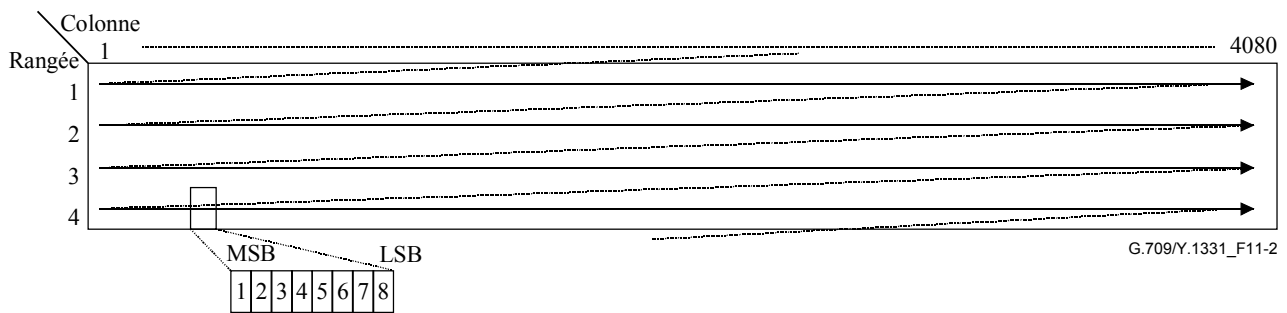


Figure 11-2/G.709/Y.1331 – Ordre de transmission des bits d'une trame OTUk

11.2 Embrouillage

Le signal OTUk doit disposer d'un contenu de rythme des bits suffisant au niveau de l'interface ONNI. Une séquence binaire appropriée, qui empêche la présence de longues séries de bit "0" ou "1", est produite grâce à l'utilisation d'un embrouilleur.

Le fonctionnement de l'embrouilleur sera du point de vue fonctionnel identique à celui d'un embrouilleur synchrone pour trame de longueur de séquence 65535 fonctionnant au débit de l'OTUk.

Le polynôme générateur sera $1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$. La Figure 11-3 montre un diagramme fonctionnel de l'embrouilleur synchrone de trame.

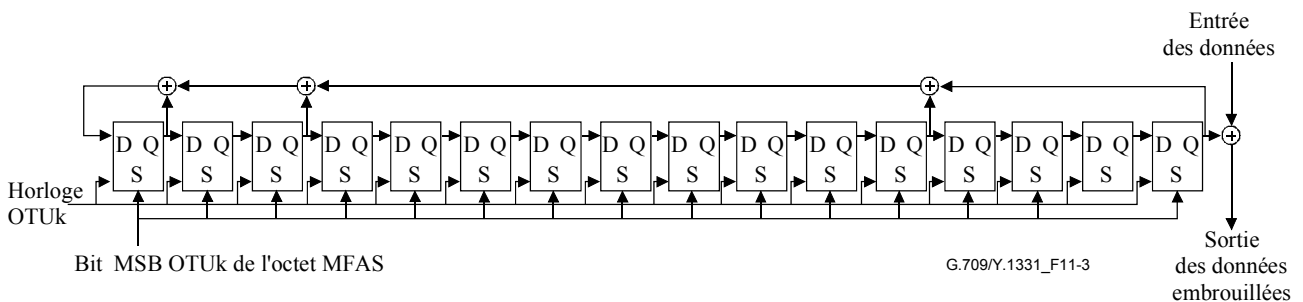


Figure 11-3/G.709/Y.1331 – Embrouilleur synchrone de trame

L'embrouilleur doit être réinitialisé à "FFFF" (HEX) sur le bit de plus fort poids de l'octet qui suit le dernier octet de verrouillage de trames de la trame OTUk; c'est-à-dire le bit de plus fort poids de l'octet MFAS. Ce bit et tous les suivants à embrouiller doivent être ajoutés modulo 2 à la sortie de la position x^{16} de l'embrouilleur. L'embrouilleur doit fonctionner de manière continue sur la trame OTUk complète. Les octets de verrouillage de trames (FAS) du préfixe OTUk ne doivent pas être embrouillés.

L'embrouillage est effectué après calcul et insertion de la correction FEC dans le signal OTUk.

12 Unité de données de canal optique (ODUk)

12.1 Structure de trame ODUk

La structure de la trame d'unité ODUk ($k=1,2,3$) est représentée à la Figure 12-1. Elle est structurée en blocs d'octets de 4 rangées et 3824 colonnes.

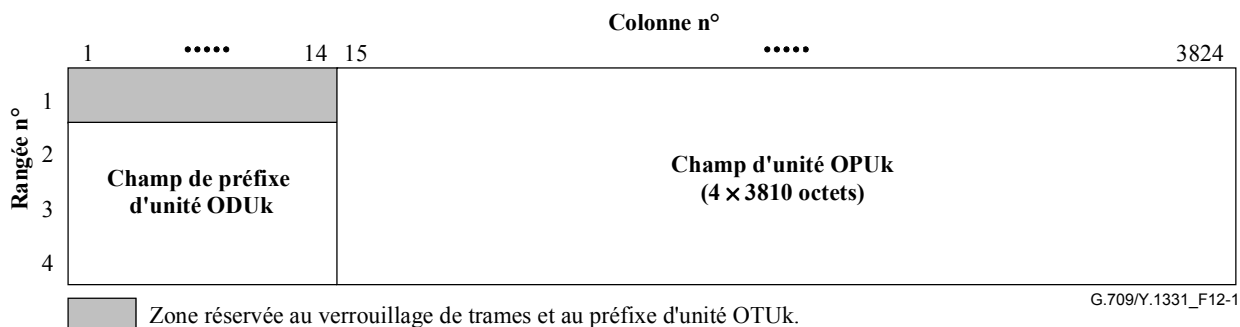


Figure 12-1/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'unité ODUk

Les deux principaux champs de la trame d'unité ODUk sont:

- le champ de préfixe d'unité ODUk;
- le champ d'unité OPUk.

Les colonnes 1 à 14 de l'unité ODUk sont réservées au champ de préfixe d'unité ODUk.

NOTE – Les colonnes 1 à 14 de la rangée 1 sont réservées au verrouillage de trames et au préfixe spécifique à l'unité OTUk.

Les colonnes 15 à 3824 de l'unité ODUk sont réservées au champ d'unité OPUk.

13 Unité de charge utile de canal optique (OPUk)

La structure de la trame OPUk (k = 1,2,3) est représentée à la Figure 13-1. Elle est structurée en blocs d'octets de 4 rangées et 3 810 colonnes.

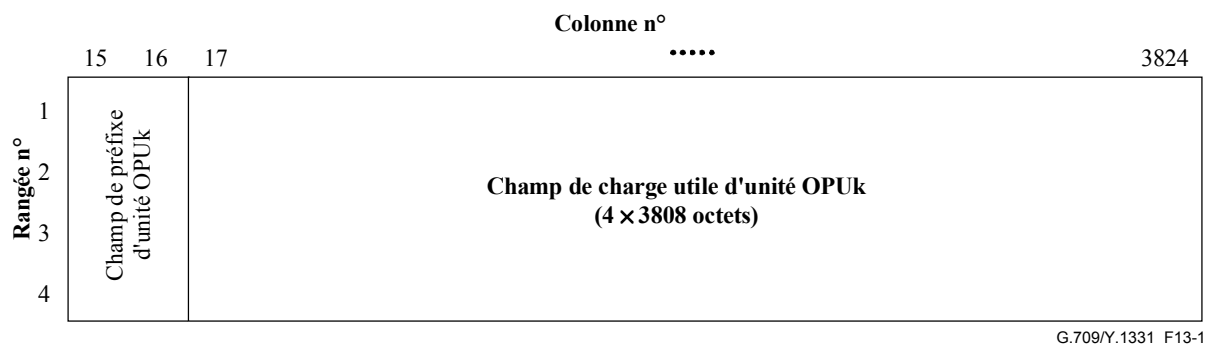


Figure 13-1/G.709/Y.1331 – Structure de la trame d'unité OPUk

Les deux principaux champs de la trame OPUk sont:

- le champ de préfixe d'unité OPUk;
- le champ de charge utile d'unité OPUk.

Les colonnes 15 à 16 de l'OPUk sont réservées au champ de préfixe d'unité OPUk.

Les colonnes 17 à 3824 de l'OPUk sont réservées à la charge utile d'unité OPUk.

NOTE – Les numéros des colonnes OPUk sont déduits des colonnes ODUk dans la trame ODUk.

14 Signal de préfixe OTM (OOS)

Le signal de préfixe OTM (OOS) se compose des signaux OTS, OMS et du préfixe OCh. Le format, la structure et le débit binaire du signal OOS ne sont pas définis dans la présente Recommandation. Le signal OOS est acheminé sur un canal OSC.

Si la structure du réseau de recouvrement de gestion logique de l'opérateur le permet, les communications générales de gestion peuvent être acheminées dans le signal OOS. Par conséquent, ce signal, pour certaines applications, peut également acheminer des communications générales de gestion. Ces communications générales de gestion peuvent inclure la signalisation, les communications vocales ou en bande vocale, le téléchargement de logiciels des communications propres à l'opérateur, etc.

15 Description des préfixes

Un aperçu général des préfixes OTS, OMS et OCh est présenté à la Figure 15-1.

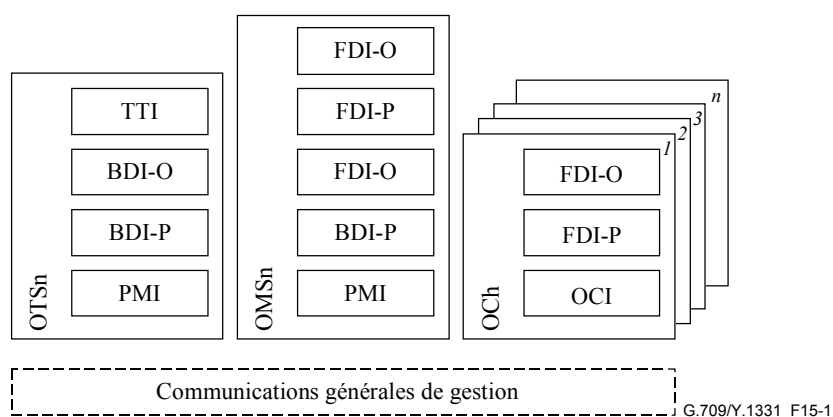


Figure 15-1/G.709/Y.1331 – Présentation des préfixes OTSn, OMSn et OCh sous la forme d'éléments logiques intégrés au signal OOS

Un aperçu général des préfixes OTUk, ODUk et OPUk est présenté aux Figures 15-2 et 15-3.

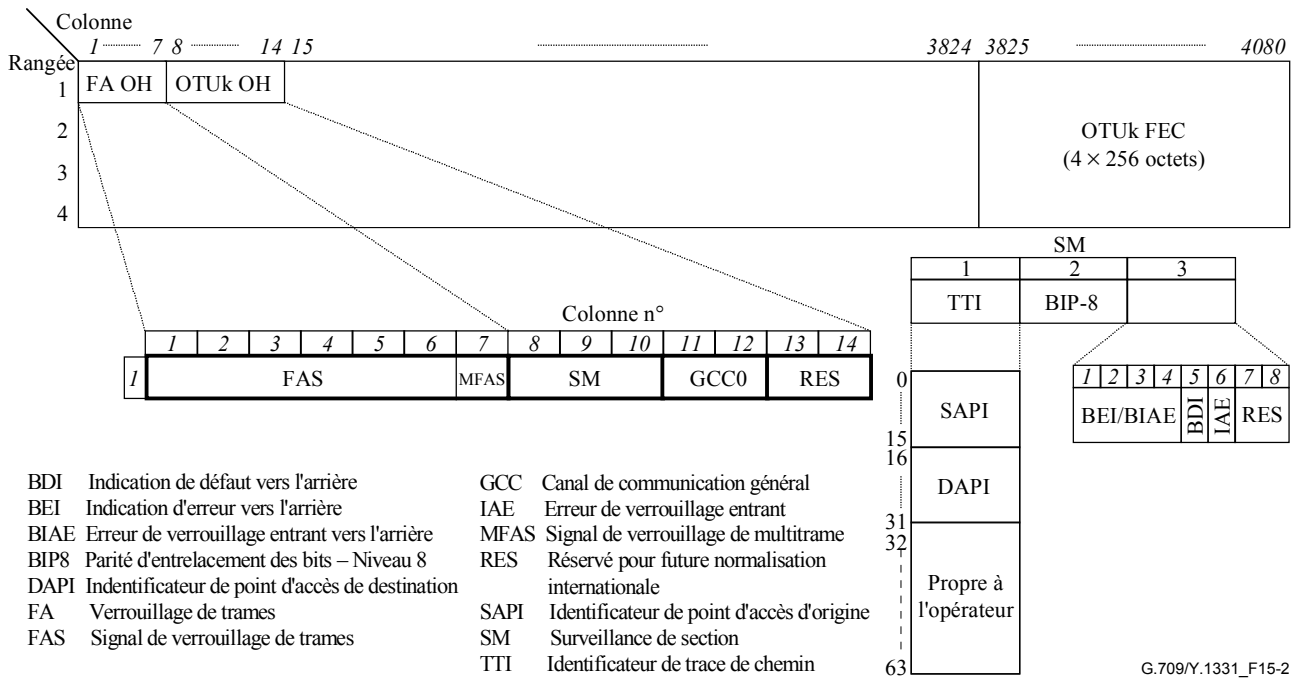
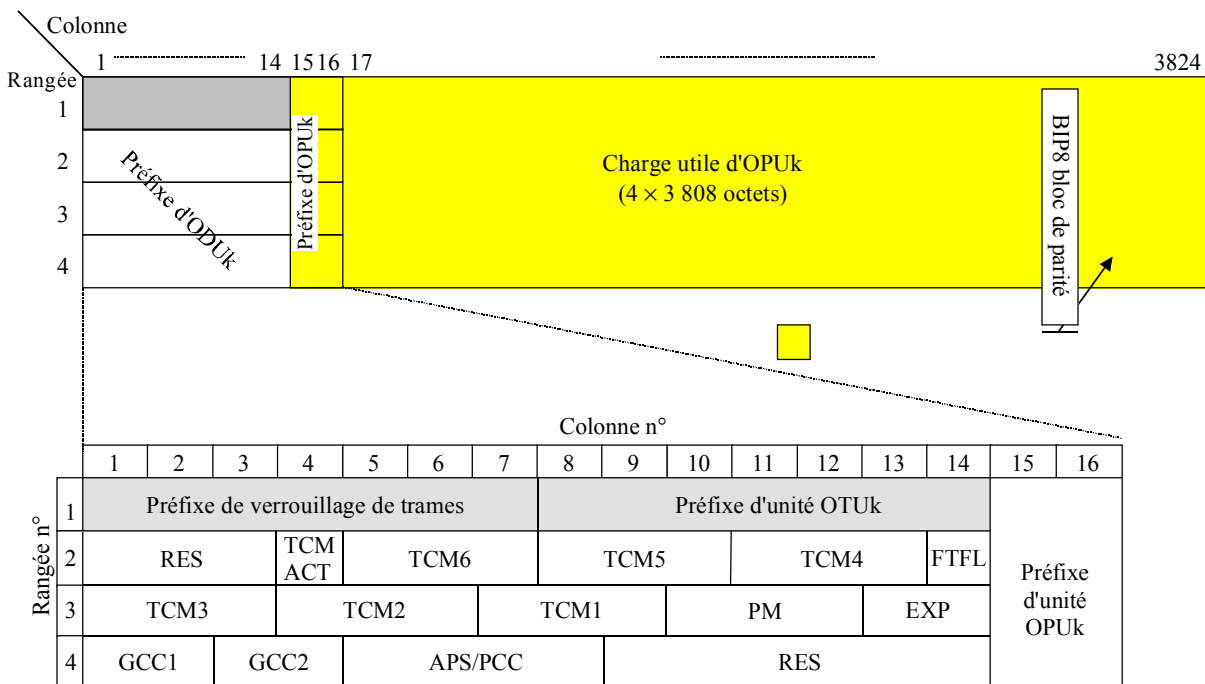
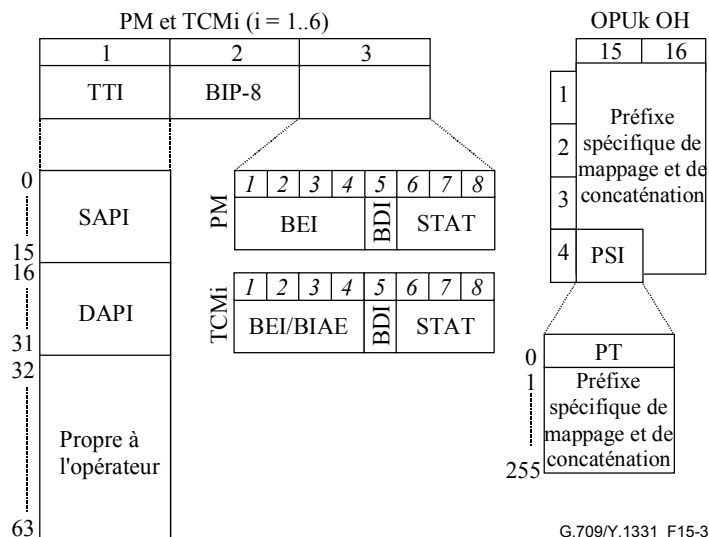


Figure 15-2/G.709/Y.1331 – Structure de trame, verrouillage de trames et préfixe d'unité OTUk



- ACT Canal de commande d'activation/désactivation
- APS Canal de coordination de la commutation automatique de protection
- BDI Indication de défaut vers l'arrière
- BEI Indication d'erreur vers l'arrière
- BIAE Erreur de verrouillage entrant vers l'arrière
- BIP8 Parité d'entrelacement des bits – Niveau 8
- DAPI Identificateur de point d'accès de destination
- EXP Expérimental
- FTFL Canal de signalisation de type et d'emplacement de panne
- GCC Canal de communication général
- PCC Canal de commande de communication de protection
- PM Surveillance de conduit
- PSI Identificateur de structure de charge utile
- PT Type de charge utile
- RES Réserve pour future normalisation internationale
- SAPI Identificateur de point d'accès d'origine
- STAT Statut
- TCM Surveillance de connexion en cascade
- TTI Identificateur de trace de chemin



G.709/Y.1331_F15-3

Figure 15-3/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'unité ODUk, unité ODUk et préfixe d'unité OPUk

15.1 Types de préfixe

15.1.1 Préfixe d'unité de charge utile de canal optique (OPUk OH, *optical channel payload unit overhead*)

L'information OPUk OH est ajoutée à la charge utile informationnelle de l'OPUk pour créer une unité OPUk. Elle inclut les informations nécessaires à l'adaptation des signaux clients. Le préfixe OPUk OH est supprimé à l'assemblage et au désassemblage du signal OPUk. Le format et le codage spécifiques de ce préfixe OH sont définis au § 15.9.

15.1.2 Préfixe d'unité de données de canal optique (ODUk OH, *optical channel data unit overhead*)

L'information ODUk OH est ajoutée à la charge utile informationnelle d'ODUk pour créer une unité ODUk. Elle inclut les informations nécessaires aux fonctions de maintenance et d'exploitation pour la prise en charge des canaux optiques. Le préfixe ODUk OH se compose de parties réservées au conduit ODUk de bout en bout et aux six niveaux de surveillance de connexions en cascade. Le préfixe de trajet ODUk est supprimé à l'assemblage et au désassemblage du signal ODUk. Le préfixe TC OH est enfin ajouté à la source et au puits des connexions en cascade correspondantes. Le format et le codage spécifiques de ce préfixe OH sont définis aux § 15.6 et 15.8.

15.1.3 Préfixe d'unité de transport de canal optique (OTUk OH, *optical channel transport unit overhead*)

L'information OTUk OH fait partie de la structure du signal OTUk. Elle inclut des informations nécessaires à la prise en charge par les fonctions d'exploitation du transport via une ou plusieurs connexions par canal optique. Le préfixe OTUk OH est supprimé à l'assemblage et au désassemblage du signal OTUk. Le format et le codage spécifiques de ce préfixe OH sont définis aux § 15.6 et 15.7.

La structure de trame et le codage spécifiques du préfixe OH d'une unité OTUkV non normalisée sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Seule la fonctionnalité de base requise qui doit être prise en charge est définie au § 15.7.3.

15.1.4 Préfixe non associé au canal optique (OCh OH, *optical channel non-associated overhead*)

L'information OCh OH est ajoutée à l'unité OTUk pour créer un canal OCh. Elle comporte l'information nécessaire à la prise en charge par les fonctions de maintenance de la gestion des dérangements. Le préfixe OCh OH est supprimé à l'assemblage et au désassemblage du signal OCh.

La structure de trame et le codage spécifiques du préfixe OH d'un canal OCh sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Seule la fonctionnalité de base requise qui doit être prise en charge est définie au § 15.5.

15.1.5 Préfixe de section multiplex optique (OMS OH, *optical multiplex section overhead*)

L'information OMS OH est ajoutée au groupe OCG pour créer une unité OMU. Elle comprend l'information nécessaire à la prise en charge par les fonctions de maintenance et d'exploitation des sections multiplex optiques. Le préfixe OMS OH est supprimé à l'assemblage ou au désassemblage du signal OMU.

La structure de trame et le codage spécifiques du préfixe OH d'une section OMS sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Seule la fonctionnalité de base requise qui doit être prise en charge est définie au § 15.4.

15.1.6 Préfixe de section de transmission optique (OTS OH, *optical transmission section overhead*)

L'information OTS OH est ajoutée à la charge utile informationnelle utile pour créer un module OTM. Elle inclut l'information nécessaire à la prise en charge par les fonctions de maintenance et d'exploitation de la section de transmission optique. Le préfixe OTS OH est supprimé à l'assemblage et au désassemblage du signal OTM.

La structure de trame et le codage spécifiques du préfixe OH d'une section OTS sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Seule la fonctionnalité de base requise qui doit être prise en charge est définie au § 15.3.

15.1.7 Préfixe de communications générales de gestion (COMMS OH, *general management communications overhead*)

L'information COMMS OH est ajoutée à la charge informationnelle utile pour créer un module OTM. Elle assure des communications générales de gestion entre des éléments du réseau. La structure de trame et le codage spécifiques du préfixe OH de communications COMSS sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

15.2 Définition de l'identificateur de trace de chemin et de l'identificateur de point d'accès

Un identificateur de trace de chemin (TTI, *trail trace identifier*) est défini comme étant une chaîne de 64 octets dont la structure est la suivante (voir Figure 15-4):

- TTI[0] qui contient le caractère SAPI[0] et qui lui ne contient que des "0";
- TTI[1] à TTI[15] qui contient l'identificateur de point d'accès à la source à 15 caractères (SAPI[1] à SAPI[15]);
- TTI[16] qui contient le caractère DAPI[0] et qui lui ne contient que des "0";
- TTI[17] à TTI[31] qui contient l'identificateur de point d'accès de destination à 15 caractères (DAPI[1] à DAPI[15]);
- TTI[32] à TTI[63] sont spécifiques à l'opérateur.

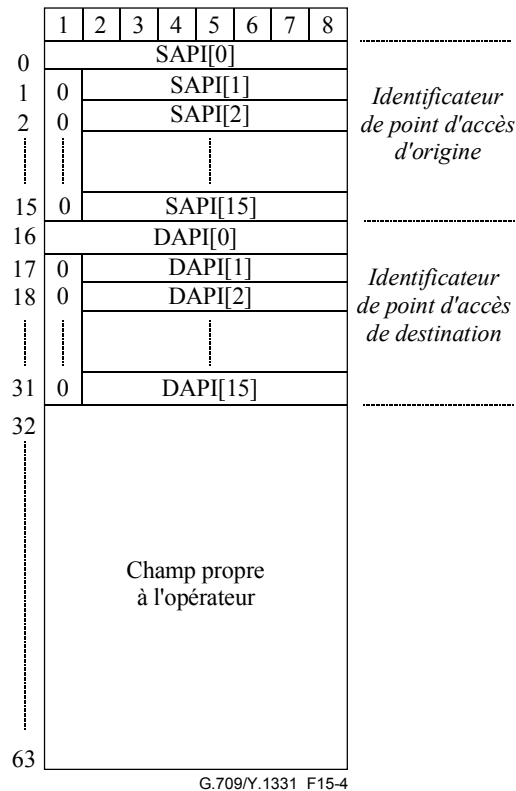


Figure 15-4/G.709/Y.1331 – Structure de l'identificateur de trace de chemin (TTI)

Les caractéristiques des identificateurs de point d'accès (API, *access point identifier*) sont les suivantes:

- chaque identificateur de point d'accès doit être globalement unique dans le réseau de couches dont il relève;

- on peut s'attendre qu'il soit nécessaire d'avoir un point d'accès pour l'établissement d'un conduit à travers une limite interopérateurs, l'identificateur de point d'accès doit être accessible aux autres opérateurs de réseau;
- l'identificateur de point d'accès ne doit pas être modifié tant que le point d'accès existe;
- l'identificateur de point d'accès doit permettre d'identifier le pays et l'opérateur de réseau qui est responsable de l'acheminement vers et en provenance du point d'accès;
- l'ensemble des identificateurs de point d'accès appartenant à un seul réseau de couche administrative doit former un seul schéma d'identification de point d'accès;
- le schéma des identificateurs de point d'accès pour chaque réseau de couche administrative peut être indépendant du schéma de tout autre réseau de couche administrative.

Il est recommandé que les unités ODUk, OTUk et le module OTM aient des schémas d'identification de point d'accès fondés sur un format arborescent pour faciliter l'exécution des algorithmes de recherche de commande d'acheminement. Les identificateurs de point d'accès doivent être globalement dépourvus d'ambiguïté.

L'identificateur de point d'accès (SAPI, DAPI) doit comporter un code segment international à trois caractères et un code segment national (NS, *national segment*) à douze caractères (voir Figure 15-5). Ces caractères doivent être codés conformément à la Rec. UIT-T T.50 (Alphabet de référence internationale – Jeu de caractères codés sur 7 bits pour l'échange d'information).

Caractère IS #			Caractère NS #											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CC			ICC	UAPC										
CC			ICC		UAPC									
CC			ICC			UAPC								
CC			ICC				UAPC							
CC			ICC					UAPC						
CC			ICC						UAPC					

G.709/Y.1331_F15-5

Figure 15-5/G.709/Y.1331 – Structure des identificateurs de point d'accès

Le champ de segment international contient un code de pays politique/géographique (G/PCC, *geographic/political country code*) ISO 3166 (G/PCC). Le code de pays doit être fondé sur le code de pays ISO 3166 en majuscules alphabétiques à trois caractères (par exemple, USA, FRA).

Le champ de segment national se compose de deux sous-champs: les codes d'exploitant UIT (ICC, *ITU carrier code*) suivis d'un code de point d'accès unique (UAPC, *unique access point code*).

Le code d'exploitant UIT est un code attribué à un opérateur de réseau ou un fournisseur de services, et géré par le Bureau de la normalisation des télécommunications (TSB) compte tenu de la Rec. UIT-T M.1400. Ce code comporte 1 à 6 caractères justifiés à gauche, les premiers caractères sont alphabétiques et les derniers sont numériques.

Le code de point d'accès unique relève de l'organisme auquel le code de pays et le code d'exploitant UIT ont été attribués, à condition que leur unicité soit garantie. Ce code comporte six à onze caractères avec des zéros en queue qui complètent les 12 caractères du segment national.

15.3 Description du préfixe OH de section OTS

Le préfixe de section OTSn de module OTM-n comporte les signaux suivants:

- OTSn-TTI;
- OTSn-BDI-P;
- OTSn-BDI-O;
- OTSn-PMI.

15.3.1 Identificateur de trace de chemin (TTI) de section OTS

Le signal OTSn-TTI achemine un identificateur de trace de chemin de 64 octets tel que spécifié au § 15.2 pour la surveillance des sections OTSn.

15.3.2 Charge utile d'indication de défaut vers l'arrière sur une section OTS (BDI-P)

Pour la surveillance d'une section OTSn, le signal OTSn-BDI-P achemine en amont l'état "défaut de signal de charge utile de section OTSn" détecté dans la fonction de puits de terminaison de section OTSn.

15.3.3 Préfixe d'indication de défaut vers l'arrière sur une section OTS (BDI-O)

Pour la surveillance d'une section OTSn, le signal OTSn-BDI-O achemine en amont l'état "défaut de signal de préfixe de section OTSn" détecté dans la fonction de puits de terminaison de section OTSn.

15.3.4 Indication d'absence de charge utile de section OTS (PMI)

Le signal OTS PMI est envoyé en aval pour indiquer qu'en amont du point source du signal de section OTS, aucune charge utile n'est ajoutée afin de supprimer le rapport d'état de perte consécutive du signal.

15.4 Description du préfixe OH de section OMS

Le préfixe de section OMSn de module OTM-n comporte les signaux suivants:

- OMSn-FDI-P;
- OMSn-FDI-O;
- OMSn-BDI-P;
- OMSn-BDI-O;
- OMSn-PMI.

15.4.1 Charge utile d'indication vers l'avant de défaut de signal de section OMS (FDI-P)

Dans le cas d'une surveillance de section OMSn, le signal OMSn-FDI-P achemine en aval l'indication d'état du signal de charge utile OMSn (normal ou défectueux).

15.4.2 Préfixe d'indication vers l'avant de défaut de signal de section OMS (FDI-O)

Dans le cas d'une surveillance de section OMSn, le signal OMSn-FDI-O achemine en aval l'indication d'état du signal de préfixe de section OMSn (normal ou défectueux).

15.4.3 Charge utile d'indication vers l'arrière de défaut de signal de section OMS (BDI-P)

Pour la surveillance d'une section OMSn, le signal OMSn-BDI-P achemine en amont l'indication de défaut du signal de charge utile de section OMSn détecté dans la fonction puits de terminaison de section OMSn.

15.4.4 Préfixe d'indication vers l'arrière de défaut de signal de section OMS (BDI-O)

Pour la surveillance d'une section OMS_n, le signal OMS_n-BDI-O achemine en amont l'indication de défaut du signal de préfixe de section OMS_n détecté dans la fonction puits de terminaison de section OMS_n.

15.4.5 Indication de charge utile manquante (PMI) de section OMS

Le signal OMS PMI est envoyé en aval pour indiquer qu'en amont du point source du signal de section OMS, aucune des charges utiles de canal (OCCp) ne contient de signal de canal optique, afin de supprimer le rapport d'état de perte consécutive de signal.

15.5 Description du préfixe OCh OH

Le préfixe OTM-n OCh comporte les signaux suivants:

- OCh-FDI-P;
- OCh-FDI-O;
- OCh-OCI.

15.5.1 Charge utile d'indication vers l'avant de défaut de canal OCh (FDI-P)

Pour la surveillance de chemin de canal OCh, le signal OCh-FDI-P achemine en aval l'état du signal de charge utile de canal OCh (normal ou défectueux).

15.5.2 Préfixe d'indication vers l'avant de défaut de canal OCh (FDI-O)

Pour la surveillance de chemin de canal OCh, le signal OCh-FDI-O est défini de manière à acheminer en aval l'état du signal de préfixe de canal OCh (normal ou défectueux).

15.5.3 Indication de connexion ouverte OCh (OCI)

Le signal OCh OCI est envoyé en aval pour indiquer qu'en amont d'une fonction de connexion, la connexion matricielle est ouverte suite à une commande de gestion. La détection consécutive de la perte de signal OCh au point de terminaison de canal OCh peut alors être associée à une matrice ouverte.

15.6 Description des préfixes de verrouillage de trames d'unité OTUk/ODUk

15.6.1 Champs occupés par les préfixes de verrouillage de trames d'unité OTUk/ODUk

Les champs occupés par les préfixes de verrouillage de trames d'unité OTUk/ODUk sont indiqués à la Figure 15-6. Ces préfixes s'appliquent à la fois aux signaux OTUk et ODUk.

		Colonne n°															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rangée n°	1	FAS						MFAS	Préfixe OTUk								Préfixe OPUk
	2	Préfixe ODUk															
	3																
	4																

G.709/Y.1331_F15-6

Figure 15-6/G.709/Y.1331 – Préfixe de verrouillage de trames OTUk/ODUk

15.6.2 Définition des préfixes de verrouillage de trames OTUk/ODUk

15.6.2.1 Signal de verrouillage de trames (FAS)

Un signal de verrouillage de trames OTUk-FAS à 6 octets (voir Figure 15-7) est défini dans la rangée 1, colonnes 1 à 6 du préfixe OTUk. La valeur de OA1 est de "1111 0110" et celle d'OA2 "0010 1000".

Octet 1 du FAS OH								Octet 2 du FAS OH								Octet 3 du FAS OH								Octet 4 du FAS OH								Octet 5 du FAS OH								Octet 6 du FAS OH							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
OA1								OA1								OA1								OA2								OA2								OA2							

G.709/Y.1331_F15-7

Figure 15-7/G.709/Y.1331 – Structure des préfixes des signaux de verrouillage de trames

15.6.2.2 Signal de verrouillage de multiframe (MFAS, *multiframe alignment signal*)

Certains préfixes OTUk et ODUk s'étaleront sur plusieurs trames OTUk/ODUk (exemple: les signaux de préfixes TTI et TCM-ACT). Ces signaux et d'autres signaux de préfixes structurés en multiframe nécessiteront l'exécution d'un processus de verrouillage de multiframe, en plus du processus de verrouillage de trames OTUk/ODUk.

Un seul octet de verrouillage de multiframe (MFAS) est défini dans la rangée 1, colonne 7, du préfixe OTUk/ODUk à cette fin (voir Figure 15-8). La valeur de l'octet MFAS sera incrémentée à chaque trame OTUk/ODUk et permettra l'utilisation d'une multiframe composée de 256 trames.

Octet MFAS OH							
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	0
⋮							
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
⋮							

Séquence MFAS

G.709/Y.1331_F15-8

Figure 15-8/G.709/Y.1331 – Préfixe de signal de verrouillage de multiframe

Chaque signal de préfixe OTUk/ODUk peut utiliser cette multiframe centrale pour verrouiller la multiframe à 2 trames, 4 trames, 8 trames, 16 trames, 32 trames, etc., sur la trame principale.

15.7 Description du préfixe OTUk OH

15.7.1 Position du préfixe OTUk

La position du préfixe OTUk est indiquée aux Figures 15-9 et 15-10.

		Colonne n°																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Rangée n°	1	Préfixe de verrouillage de trames							SM			GCC0		RES		Préfixe OPUk			
	2	Préfixe ODUk																	
	3																		
	4																		

G.709/Y.1331_F15-9

Figure 15-9/G.709/Y.1331 – Préfixe OTUk

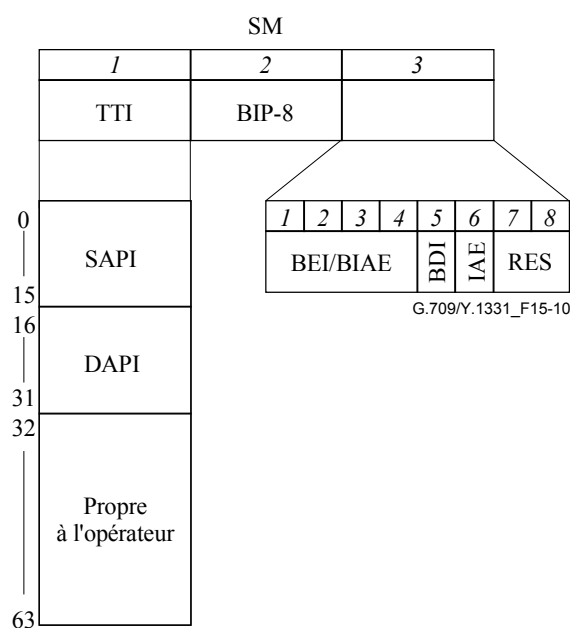


Figure 15-10/G.709/Y.1331 – Préfixe de surveillance de section d'unité OTUk

15.7.2 Définition du préfixe OTUk

15.7.2.1 Préfixe de surveillance de section (SM) OTUk

Un champ du préfixe de surveillance de section (SM, *section monitoring*) OTUk est défini dans la rangée 1, colonnes 8 à 10 pour la surveillance de section.

Le champ SM contient les sous-champs suivants (voir Figure 15-10):

- identificateur de trace de chemin (TTI);
- parité à entrelacement des bits (BIP-8);
- indication de défaut vers l'arrière (BDI, *backward defect indication*);
- indication d'erreur vers l'arrière et erreur de verrouillage entrant vers l'arrière (BEI/BIAE, *backward error indication and backward incoming alignment error*);
- erreur de verrouillage entrant (IAE, *incoming alignment error*);
- bits réservés à une normalisation internationale future (RES).

15.7.2.1.1 Identificateur de trace de chemin SM OTUk (TTI)

Pour une surveillance de section, un préfixe d'identificateur de trace de chemin (TTI) est défini pour le transport d'un signal TTI de 64 octets spécifié au § 15.2.

Le signal TTI à 64 octets doit être verrouillé sur la multiframe OTUk (voir le § 15.6.2.2) et transmis quatre fois par multiframe. L'octet 0 du signal TTI à 64 octets doit être présent dans les positions de multiframe OTUk 0000 0000 (0x00), 0100 0000 (0x40), 1000 0000 (0x80) et 1100 0000 (0xC0).

15.7.2.1.2 Code de détection d'erreur OTUk SM (BIP-8)

Pour la surveillance de section, un signal de code de détection d'erreur occupant un octet est défini. Cet octet contient un code de parité à entrelacement de bits-8 (BIP-8, *bit interleaved parity-8*).

NOTE – La notation *BIP-8* désigne uniquement le nombre de bits BIP et non l'utilisation du code de détection erreur (c'est-à-dire, les quantités qui font l'objet d'un comptage). Concernant la définition de BIP-8, on se reportera à la définition de BIP-X donnée dans la Rec. UIT-T G.707/Y.1322.

Le signal OTUk BIP-8 est calculé sur les bits dans la zone OPUk (colonnes 15 à 3824) de la trame *i* de l'OTUk et inséré dans la position de préfixe OTUk BIP-8 dans la trame *i+2* OTUk (voir Figure 15-11).

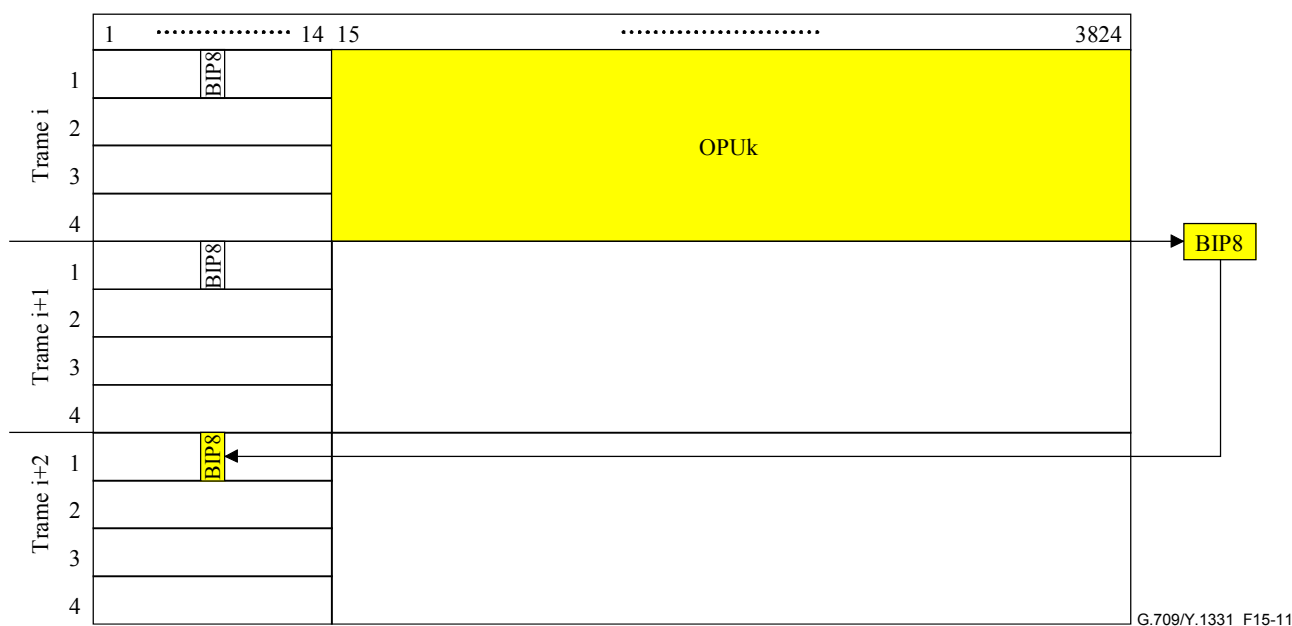


Figure 15-11/G.709/Y.1331 – Calcul des parités BIP-8 OTUk SM

15.7.2.1.3 Indication vers l'arrière de défaut de surveillance OTUk SM (BDI)

Pour la surveillance de section, un signal d'indication vers l'arrière de défaut (BDI) à un seul bit est défini pour acheminer l'état de défaut du signal détecté dans une fonction puits de terminaison de section en amont.

L'indicateur BDI est mis à "1" pour indiquer la présence d'un défaut vers l'arrière OTUk, dans les autres cas il est mis à "0".

15.7.2.1.4 Indication d'erreur vers l'arrière et erreur de verrouillage entrant vers l'arrière (BEI/BIAE)

Pour la surveillance de section, l'on définit un signal de 4 bits d'indication d'erreur vers l'arrière (BEI) et d'erreur de verrouillage entrant vers l'arrière (BIAE, *backward incoming alignment error*). Ce signal est utilisé pour acheminer en amont le décompte des blocs à entrelacement des bits qui ont été détectés comme erronés par le puits de surveillance de section d'unité OTUk correspondant au moyen du code de parité BIP-8. Ce signal sert également à acheminer en amont un état d'erreur de verrouillage entrant (IAE, *incoming alignment error*) qui est détecté dans le préfixe IAE du puits de surveillance de section d'unité OTUk correspondant.

Au cours d'un état d'erreur IAE, le code "1011" est inséré dans le champ d'indication BEI/BIAE et le décompte d'erreurs est ignoré. S'il ne l'est pas, le décompte d'erreurs (0-8) est inséré dans le champ BEI/BIAE. Les six valeurs pouvant être encore représentées par ces quatre bits ne peuvent provenir que d'un état indépendant. Elles doivent donc être interprétées comme des erreurs de type zéro (voir Tableau 15-1), sans incidence sur l'erreur BIAE.

Tableau 15-1/G.709/Y.1331 – Interprétation des signaux BEI de surveillance SM d'OTUk

OTUk SM BEI/BIAE		BIAE	Violations de parité BIP
bits	1 2 3 4		
	0 0 0 0	Faux	0
	0 0 0 1	Faux	1
	0 0 1 0	Faux	2
	0 0 1 1	Faux	3
	0 1 0 0	Faux	4
	0 1 0 1	Faux	5
	0 1 1 0	Faux	6
	0 1 1 1	Faux	7
	1 0 0 0	Faux	8
	1 0 0 1, 1 0 1 0	Faux	0
	1 0 1 1	Vrai	0
	1 1 0 0 à 1 1 1 1	Faux	0

15.7.2.1.5 Préfixe d'erreur de verrouillage entrant OTUk SM (IAE)

Un signal d'erreur de verrouillage entrant (IAE) occupant un seul bit est défini pour permettre au point d'entrée S-CMEP d'informer son point de sortie S-CMEP homologue qu'une erreur de verrouillage a été détectée dans le signal entrant.

Dans le cas où il y a une erreur de verrouillage de trames, le signal IAE est mis à "1", dans les autres cas il est mis à "0".

Le point de sortie S-CMEP peut utiliser cette information pour inhiber le comptage des erreurs binaires, qui peuvent se produire à la suite d'une modification de la phase de trame de l'unité OTUk à l'entrée de la section considérée.

15.7.2.1.6 Préfixe réservé OTUk SM (RES)

Pour la surveillance de section, deux bits sont réservés (RES) à une normalisation internationale future. Ils sont mis à "00".

15.7.2.2 Canal de communication général 0 OTUk (GCC0)

Deux octets sont affectés au préfixe OTUk pour prendre en charge un canal de communication général entre les points de terminaison OTUk. Il s'agit d'un canal libre et toute spécification de format sort du cadre de la présente Recommandation. Ces octets sont situés dans la rangée 1, colonnes 11 et 12 du préfixe OTUk.

15.7.2.3 Préfixe réservé OTUk (RES)

Deux octets du préfixe OTUk sont réservés à une normalisation internationale future. Ces octets sont situés dans la rangée 1, colonnes 13 et 14. Ils sont tous mis à "0".

15.7.3 Préfixe de trame OTUkV

Il convient que la trame d'unité OTUkV fonctionnellement normalisée prenne en charge, en tant que capacité minimale, une fonctionnalité de surveillance de section comparable à la surveillance de section d'unité OTUk (voir § 15.7.2.1) avec un identificateur de trace de chemin tel que spécifié au § 15.2. Une spécification plus détaillée de ce préfixe est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

15.8 Description du préfixe ODUk OH

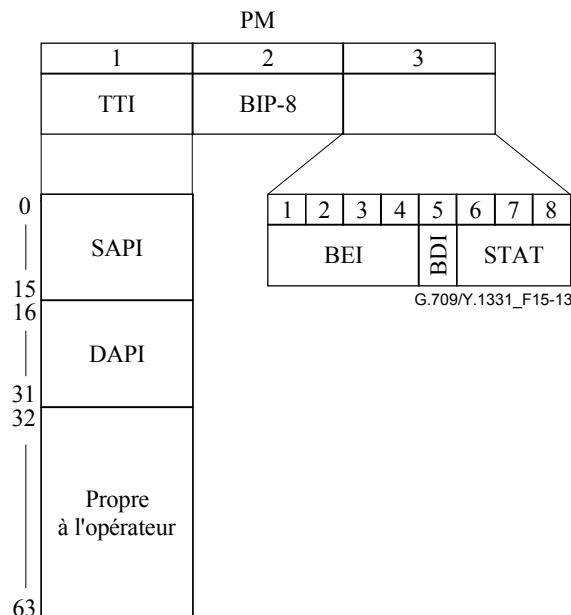
15.8.1 Position du préfixe ODUk OH

La position occupée par le préfixe ODUk est indiquée aux Figures 15-12, 15-13 et 15-14.

		Colonne n°															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rangée n°	1	Préfixe de verrouillage de trames							Préfixe OTUk							Préfixe OPUk	
	2	RES			TCM ACT	TCM6			TCM5			TCM4			FTFL		
	3	TCM3			TCM2			TCM1			PM			EXP			
	4	GCC1		GCC2		APS/PCC				RES							

G.709/Y.1331_F15-12

Figure 15-12/G.709/Y.1331 – Préfixe ODUk



G.709/Y.1331_F15-13

Figure 15-13/G.709/Y.1331 – Préfixe de surveillance de conduit ODUk

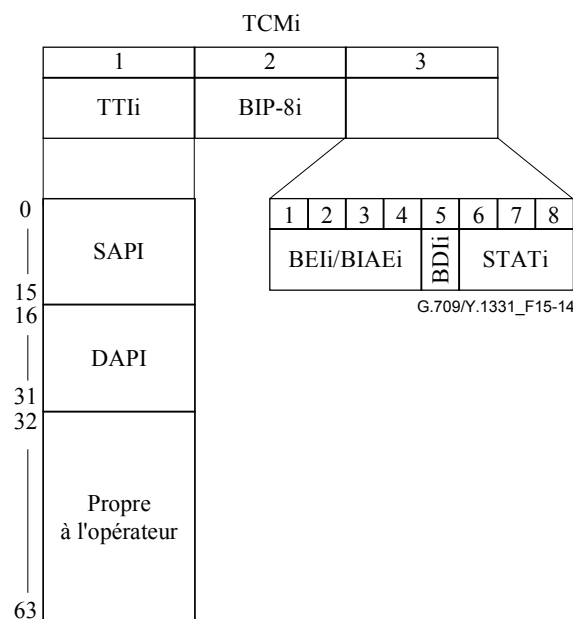


Figure 15-14/G.709/Y.1331 – Préfixe n° i de surveillance de connexion en cascade d'unités ODUk

15.8.2 Définition du préfixe OH d'unité ODUk

15.8.2.1 Préfixe de surveillance de conduit (PM) d'unité ODUk

Un seul champ du préfixe de surveillance de conduit (PM) d'unité ODUk est défini dans la rangée 3, colonnes 10 à 12 pour la prise en charge de la surveillance de conduit.

Le champ PM contient les sous-champs suivants (voir Figure 15-13):

- identificateur de trace de chemin (TTI);
- parité à entrelacement des bits (BIP-8);
- indication de défaut vers l'arrière (BDI);
- indication d'erreur vers l'arrière (BEI);
- bits de statut indiquant la présence d'un signal de maintenance (STAT).

Le contenu du champ PM (sauf le sous-champ STAT) sera "indéfini" (remplissage par des 1 uniquement, ou par la répétition de la séquence 0110 0110 ou 0101 0101) pendant la présence d'un signal de maintenance (par exemple, ODUk-AIS, ODUk-OCI, ODUk-LCK). Voir § 16.5.

15.8.2.1.1 Identificateur de trace de chemin (TTI) PM ODUk

Pour la surveillance de conduit, un seul préfixe identificateur de trace de chemin (TTI) occupant un octet est défini pour acheminer le signal TTI de 64 octets spécifié au § 15.2.

Le signal TTI à 64 octets doit être verrouillé sur la multitrame ODUk (voir § 15.6.2.2) et transmis quatre fois par multitrame. L'octet 0 du signal TTI à 64 octets doit être présent dans les positions des multitrames ODUk suivantes 0000 0000 (0x00), 0100 0000 (0x40), 1000 0000 (0x80) et 1100 0000 (0xC0).

15.8.2.1.2 Code de détection d'erreur (BIP-8) PM ODUk

Pour la surveillance de conduit, un signal de code de détection d'erreur occupant un octet est défini. Cet octet fournit un code de parité à entrelacement de bit-8 (BIP-8).

NOTE – La notation *BIP-8* se réfère uniquement au nombre de bits BIP et non à l'utilisation du code EDC (c'est-à-dire aux quantités qui sont décomptées). Concernant la définition de BIP-8, on se reportera à la définition de BIP-X donnée dans la Rec. UIT-T G.707/Y.1322.

Chaque ODUk BIP-8 est calculé sur les bits de la zone OPUk (colonnes 15 à 3824) de la trame ODUk *i*, et inséré dans la position du préfixe ODUk PM BIP-8 de la trame ODUk *i+2* (voir Figure 15-15).

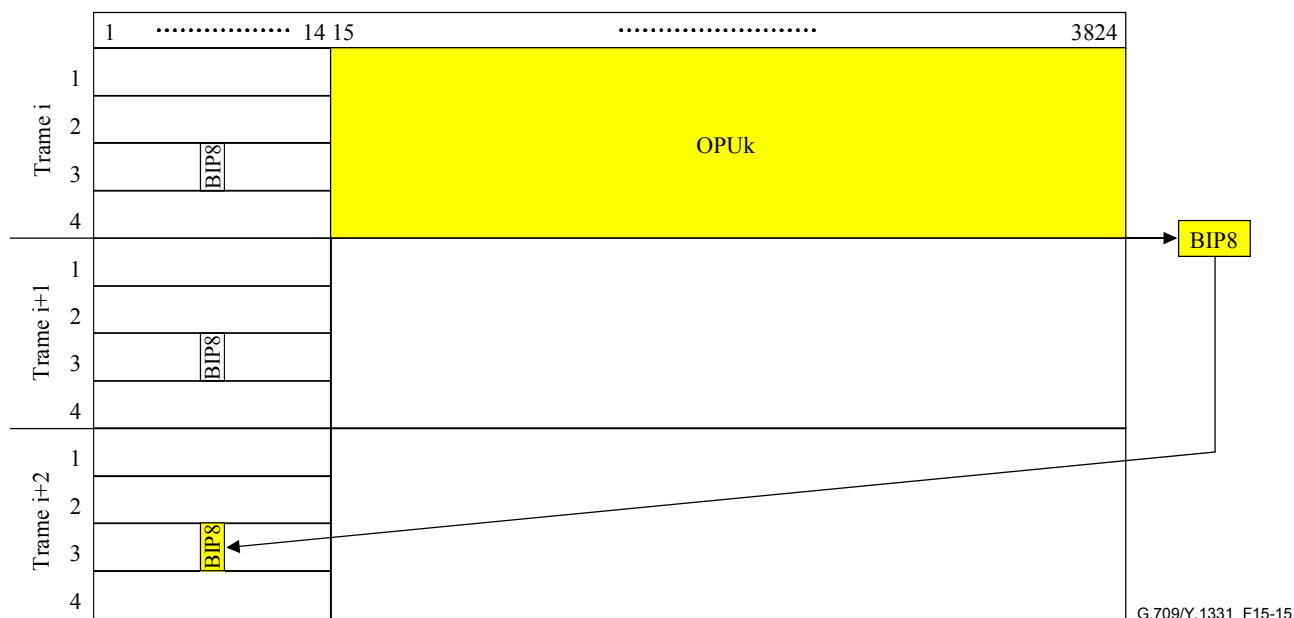


Figure 15-15/G.709/Y.1331 – Calcul du BIP-8 de surveillance PM d'unité ODUk

15.8.2.1.3 Indication de défaut vers l'arrière (BDI) ODUk PM

Pour la surveillance de conduit, un signal d'indication de défaut vers l'arrière occupant un seul bit est défini pour acheminer l'état de défaut détecté dans une fonction puits de terminaison de conduit en amont.

Le bit BDI est mis à "1" pour indiquer un défaut arrière ODUk, dans les autres cas il est mis à "0".

15.8.2.1.4 Indication d'erreur vers l'arrière (BEI) ODUk PM

Pour la surveillance de conduit, un signal d'indication d'erreur vers l'arrière (BEI) occupant quatre bits est défini pour acheminer en amont le nombre de blocs à entrelacement de bits erronés qui ont été détectés en erreur par le puits de surveillance de conduit ODUk correspondant au moyen du code BIP-8. Ce décompte peut prendre neuf valeurs autorisées, à savoir 0 à 8 erreurs. Les sept valeurs restantes possibles représentées par ces quatre bits ne peuvent résulter que de certaines conditions non liées et doivent être interprétées comme zéro erreur (voir Tableau 15-2).

Tableau 15-2/G.709/Y.1331 – Interprétation des indications ODUk PM BEI

ODUk PM BEI		Violations de BIP
bits	1 2 3 4	
	0 0 0 0	0
	0 0 0 1	1
	0 0 1 0	2
	0 0 1 1	3
	0 1 0 0	4
	0 1 0 1	5
	0 1 1 0	6
	0 1 1 1	7
	1 0 0 0	8
	1 0 0 1 à 1 1 1 1	0

15.8.2.1.5 Statut de surveillance PM d'unité ODUk (STAT)

Pour la surveillance de conduit, trois bits sont définis comme étant des bits de statut (STAT). Ils indiquent la présence d'un signal de maintenance (voir Tableau 15-3).

Une extrémité P-CMEP met ces bits à "001".

Tableau 15-3/G.709/Y.1331 – ODUk PM interprétation du statut

Octet 3 PM		Statut
bits	6 7 8	
	0 0 0	Champ réservé pour future normalisation internationale
	0 0 1	Signal de conduit normal
	0 1 0	Champ réservé pour future normalisation internationale
	0 1 1	Champ réservé pour future normalisation internationale
	1 0 0	Champ réservé pour future normalisation internationale
	1 0 1	Signal de maintenance: ODUk-LCK
	1 1 0	Signal de maintenance: ODUk-OCI
	1 1 1	Signal de maintenance: ODUk-AIS

15.8.2.2 Préfixe de surveillance de connexion en cascade (TCM) d'unité ODUk

Six champs du préfixe de surveillance de connexion en cascade (TCM) ODUk sont définis dans la rangée 2, colonnes 5 à 13 et dans la rangée 3, colonnes 1 à 9 du préfixe ODUk. La surveillance TCM prend en charge la surveillance des connexions ODUk pour une ou plusieurs des applications de réseau suivantes (voir les Recommandations UIT-T G.805 et G.872):

- surveillance de connexion en cascade optique UNI à UNI; surveillance de la connexion ODUk via le réseau de transport public (de la terminaison de réseau entrante du réseau public vers la terminaison de réseau sortante);

- surveillance de connexion en cascade optique NNI à NNI; surveillance de la connexion ODUk via le réseau d'un opérateur de réseau (de la terminaison de réseau entrante du réseau de l'opérateur vers la terminaison de réseau sortante);
- surveillance de sous-couche pour une connexion de protection linéaire 1+1, 1:1 et 1:n de connexion de sous-réseau par canal optique, pour déterminer les conditions de défaut de signal ou de dégradation de signal;
- surveillance de sous-couche pour la commutation de protection avec anneau de protection commun (SPRing, *shared protection ring*) de canal optique pour la détection d'un défaut de signal ou d'une dégradation de signal;
- surveillance d'une connexion en cascade par canal optique pour la détection d'un défaut de signal ou d'une dégradation de signal dans une connexion par canal optique commutée, afin de déclencher le rétablissement automatique de la connexion pendant les conditions de dérangement ou d'erreur dans le réseau;
- surveillance d'une connexion en cascade par canal optique, par exemple, pour la localisation d'un défaut ou la vérification de la qualité de service offerte.

Les six champs TCM sont numérotés TCM1, TCM2, ..., TCM6.

Chaque champ TCM contient les sous-champs suivants (voir Figure 15-14):

- identificateur de trace de chemin (TTI);
- parité à entrelacement des bits 8 (BIP-8);
- indication de défaut vers l'arrière (BDI);
- indication d'erreur vers l'arrière et erreur de verrouillage entrant vers l'arrière (BEI/BIAE);
- bits de statut indiquant la présence d'un préfixe de surveillance TCM, d'une erreur de verrouillage entrante ou d'un signal de maintenance (STAT).

Le contenu des champs TCM (sauf le sous-champ STAT) sera indéfini (remplissage par des 1 uniquement, ou par la répétition de la séquence 0110 0110 ou 0101 0101) pendant la présence d'un signal de maintenance (par exemple ODUk-AIS, ODUk-OCI, ODUk-LCK). Voir § 16.5.

Un champ TCM est affecté à une connexion surveillée comme décrit au § 15.8.2.2.6. Le nombre de connexions surveillées sur un chemin ODUk peut varier entre 0 et 6. Les connexions surveillées peuvent être imbriquées, superposées ou mises en série. L'imbrication et la mise en série sont représentées à la Figure 15-16. Les connexions surveillées A1-A2/B1-B2/C1-C2 et A1-A2/B3-B4 sont imbriquées, tandis que les connexions B1-B2/B3-B4 sont mises en série.

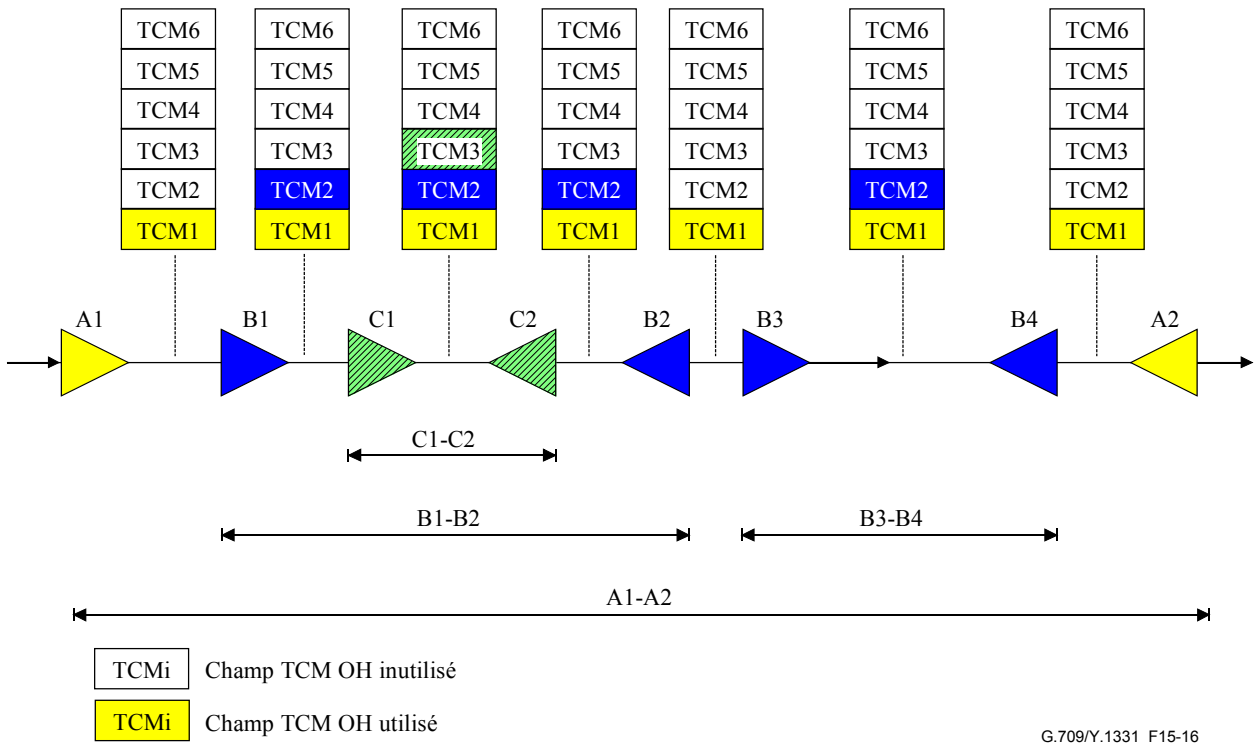


Figure 15-16/G.709/Y.1331 – Exemple de connexions surveillées ODUk imbriquées ou mises en série

Les connexions surveillées superposées comme le montre la Figure 15-17 (B1-B2 et C1-C2) sont également prises en charge.

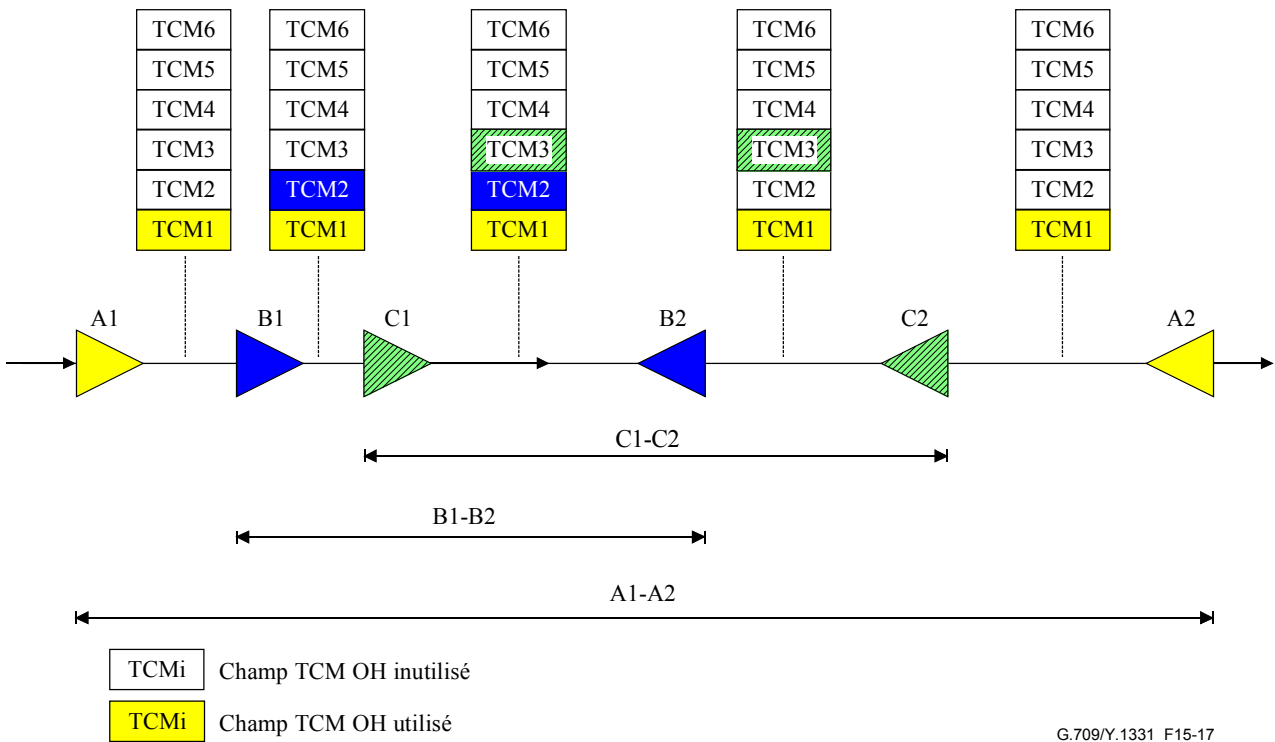


Figure 15-17/G.709/Y.1331 – Exemple de connexions surveillées superposées d'unité ODUk

15.8.2.2.1 Identificateur de trace de chemin (TTI) de surveillance TCM d'unité ODUk

Pour chaque champ de surveillance de connexion en cascade, un octet du préfixe est attribué au transport de l'identificateur de trace de chemin (TTI) de 64 octets spécifié au § 15.2.

Le signal TTI à 64 octets doit être verrouillé sur la multitrame ODUk (voir le § 15.6.2.2) et transmis à quatre reprises par multitrame. L'octet 0 du signal TTI à 64 octets doit être présent dans les positions de multitrame ODUk 0000 0000 (0x00), 0100 0000 (0x40), 1000 0000 (0x80) et 1100 0000 (0xC0).

15.8.2.2.2 Code de détection d'erreur (BIP-8) de surveillance TCM d'unité ODUk

Pour chaque champ de surveillance de connexion en cascade, un signal de code de détection d'erreur occupant un octet est défini. Cet octet contient un code de parité à entrelacement de bits-8 (BIP-8).

NOTE – La notation *BIP-8* se réfère uniquement au nombre de bits BIP et non à l'utilisation du code d'essai (c'est-à-dire quelles quantités sont comptées). Concernant la définition de BIP-8, on se reportera à la définition de BIP-X donnée dans la Rec. UIT-T G.707/Y.1322.

Chaque BIP-8 ODUk est calculé sur les bits dans la zone OPUk (colonnes 15 à 3824) de la trame *i* ODUk et inséré dans la position du préfixe de surveillance TCM d'unité ODUk BIP-8 (associé au niveau de surveillance de la connexion en cascade) dans la trame ODUk *i+2* (voir Figure 15-18).

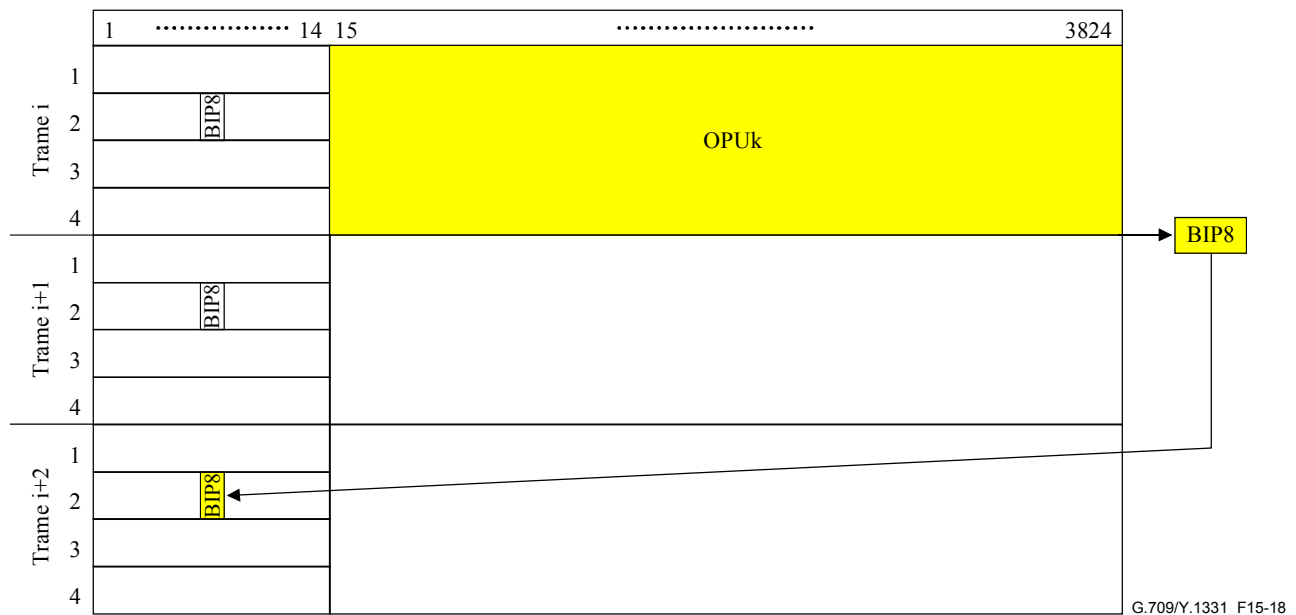


Figure 15-18/G.709/Y.1331 – Calcul du BIP-8 de surveillance TCM d'unité ODUk

15.8.2.2.3 Indication de défaut vers l'arrière (BDI) de surveillance TCM d'unité ODUk

Pour chaque champ de surveillance de connexion en cascade, un seul signal d'indication de défaut vers l'arrière (BDI) est défini pour acheminer l'état de défaut du signal détecté dans une fonction puits de terminaison de connexion en cascade en amont.

La valeur de l'indicateur BDI est de "1" pour indiquer un défaut vers l'arrière ODUk et de "0" dans les autres cas.

15.8.2.2.4 Indication d'erreur vers l'arrière (BEI) pour la surveillance TCM d'unités ODUk

Un signal de 4 bits d'indication d'erreur vers l'arrière (BEI) et d'erreur de verrouillage entrant vers l'arrière (BIAE) est défini pour chaque champ de surveillance de connexion en cascade. Ce signal sert à acheminer en amont le décompte de blocs à entrelacement des bits qui ont été détectés comme erronés par le puits de surveillance de connexion en cascade d'unités OTUk correspondant, au moyen du code de parité BIP-8. Ce signal sert également à acheminer en amont un état d'erreur de verrouillage entrant (IAE) qui est détecté dans le préfixe IAE du puits de surveillance de connexion en cascade d'unité OTUk correspondant.

Au cours d'un état d'erreur IAE, le code "1011" est inséré dans le champ d'indication BEI/BIAE et le décompte d'erreurs est ignoré. S'il ne l'est pas, le décompte d'erreurs (0-8) est inséré dans le champ BEI/BIAE. Les six valeurs pouvant être encore représentées par ces quatre bits ne peuvent provenir que d'un état indépendant. Elles doivent donc être interprétées comme des erreurs de type zéro (voir Tableau 15-4), sans incidence sur l'erreur BIAE.

Tableau 15-4/G.709/Y.1331 – Interprétation des signaux BEI de surveillance TCM d'ODUk

ODUk TCM BEI	BIAE	Violations de parité BIP
bits 1 2 3 4		
0 0 0 0	Faux	0
0 0 0 1	Faux	1
0 0 1 0	Faux	2
0 0 1 1	Faux	3
0 1 0 0	Faux	4
0 1 0 1	Faux	5
0 1 1 0	Faux	6
0 1 1 1	Faux	7
1 0 0 0	Faux	8
1 0 0 1, 1 0 1 0	Faux	0
1 0 1 1	Vrai	0
1 1 0 0 à 1 1 1 1	Faux	0

15.8.2.2.5 Statut (STAT) de surveillance TCM d'unité ODUk

Pour chaque champ de surveillance de connexion en cascade, trois bits sont définis comme étant des bits de statut (STAT). Ils indiquent la présence d'un signal de maintenance s'il y a une erreur de verrouillage entrante à l'extrémité TC-CMEP source ou s'il n'y a pas d'extrémité TC-CMEP source active (voir Tableau 15-5).

Tableau 15-5/G.709/Y.1331 – Interprétation du statut de surveillance TCM d'unité ODUk

Octet 3 TCM bits 6 7 8	Statut
0 0 0	Aucune connexion en cascade source
0 0 1	Utilisation sans IAE
0 1 0	Utilisation avec IAE
0 1 1	Champ réservé pour future normalisation internationale
1 0 0	Champ réservé pour future normalisation internationale
1 0 1	Signal de maintenance: ODUk-LCK
1 1 0	Signal de maintenance: ODUk-OCI
1 1 1	Signal de maintenance: ODUk-AIS

Une extrémité P-CMEP met ces bits à "000".

Un point d'entrée dans une extrémité TC-CMEP met ces bits soit à "001" afin d'indiquer à son point homologue de sortie d'extrémité qu'il n'y a pas d'erreur de verrouillage entrante (IAE, *incoming alignment error*) ou à la valeur "010" dans le cas contraire.

Le point de sortie TC-CMEP peut utiliser ces informations pour supprimer les erreurs de comptage d'erreurs sur les bits, qui peuvent se produire à la suite d'un déphasage de trame dans l'unité ODUk lors de l'entrée de la connexion en cascade.

15.8.2.2.6 Affectation des champs du préfixe de surveillance

Chaque extrémité TC-CMEP insérera/extraira son préfixe de surveillance TCM dans un des 6 champs de préfixe TCM_i. Le champ TCM_i spécifique est mis en service par l'opérateur du réseau, par le système de gestion du réseau ou par le plan de commande de commutation.

Au niveau d'une interface domaniale, il est possible de mettre en service le nombre maximal (0 à 6) de niveaux de connexion en cascade qui passeront par le domaine. La valeur par défaut est trois. Ces connexions en cascade devront utiliser les champs inférieurs TCM₁..TCM_{MAX} du préfixe TCM_i. Le préfixe contenu dans les champs de surveillance TCM au-delà du nombre maximal (TCM_{max+1} et au-dessus) pourra être/sera écrasé dans le domaine.

Exemple

Par exemple, dans le cas d'un circuit loué d'une unité ODUk, l'utilisateur peut avoir été affecté d'un seul niveau de surveillance TCM, le fournisseur de services d'un seul niveau TCM et chaque opérateur de réseau (ayant un contrat avec le fournisseur de services) de 4 niveaux TCM. Si un opérateur de réseau sous-traite une partie de sa connexion ODUk auprès d'un autre opérateur de réseau, ces 4 niveaux doivent être partagés, par exemple à raison de 2 niveaux pour l'opérateur sous-traitant.

Il en résultera l'attribution suivante des champs du préfixe OH de surveillance TCM:

- utilisateur: le champ de préfixe TCM1 entre les deux sous-réseaux d'utilisateur et les champs TCM1..TCM6 à l'intérieur de son propre sous-réseau;
- fournisseur de services (SP): le champ de préfixe TCM2 entre deux interfaces UNI;
- opérateurs de réseau NO1, NO2, NO3 en relation contractuelle avec le fournisseur de services: TCM3, TCM4, TCM5, TCM6. Noter que l'opérateur NO2 (qui est un sous-traitant) ne peut pas utiliser les champs TCM5 et TCM6 dans la connexion traversant le domaine de l'opérateur NO4;
- opérateur NO4 (en relation sous-contractuelle avec l'opérateur NO2): les champs TCM5 et TCM6.

Voir Figure 15-19.

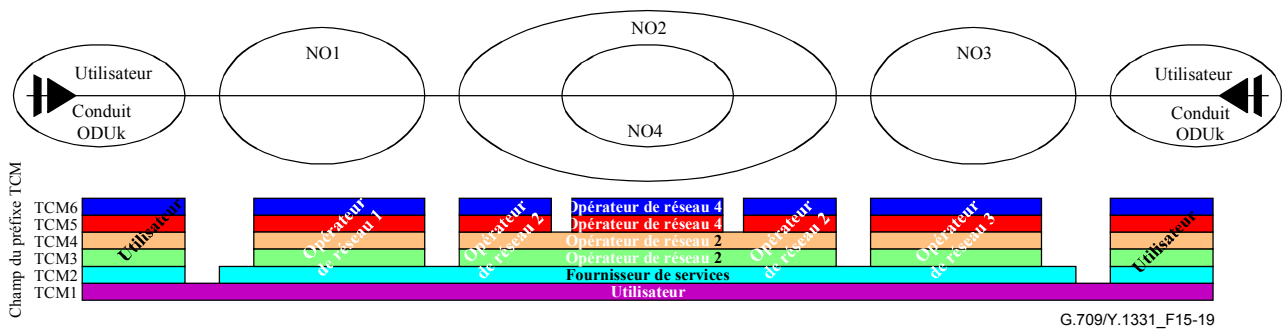


Figure 15-19/G.709/Y.1331 – Exemple d'attribution des champs de préfixe TCM

15.8.2.2.7 Protocole de coordination d'activation/de désactivation de surveillance de connexion en cascade d'unité ODUk

Un champ d'activation/de désactivation de surveillance TCM, codé sur 1 octet, est situé dans la 2^e rangée, colonne 4 du préfixe ODUk. Sa définition fera l'objet d'un complément d'étude.

15.8.2.3 Canaux de communication générale d'unité ODUk (GCC1, GCC2)

Deux champs de deux octets sont attribués au préfixe ODUk pour prendre en charge deux canaux de communication générale entre deux éléments quelconques de réseau avec accès à la structure de trame ODUk (c'est-à-dire aux points de régénération 3R). Il s'agit de canaux non codés et toute spécification de format est hors du champ d'application de la présente Recommandation. Les octets du GCC1 sont situés dans la rangée, colonnes 1 et 2 et ceux du canal GCC2 dans la rangée 4 colonnes 3 et 4 du préfixe ODUk.

15.8.2.4 Canal de communication de commutation automatique de protection et de protection d'unité ODUk (APS/PCC)

Un signal ODUk-APS/PCC à 4 octets est défini dans la rangée 4, colonnes 5 à 8 du préfixe ODUk. Jusqu'à huit niveaux de signaux imbriqués APS/PCC peuvent être présents dans ce champ. Un niveau spécifique de surveillance de connexion est affecté aux octets APS/PCC d'une trame donnée en fonction de la valeur du signal MFAS comme suit:

Tableau 15-6/G.709/Y.1331 – Multitrame permettant d'avoir un canal APS/PCC distinct pour chaque niveau de surveillance

MFAS bits 6 7 8	Le canal APS/PCC s'applique au niveau de surveillance de connexion	Système de protection employant le canal APS/PCC (Note)
0 0 0	Conduit ODUk	ODUk SNC/N
0 0 1	ODUk TCM1	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
0 1 0	ODUk TCM2	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
0 1 1	ODUk TCM3	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 0 0	ODUk TCM4	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 0 1	ODUk TCM5	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 1 0	ODUk TCM6	ODUk SNC/S, ODUk SNC/N
1 1 1	Section OTUk	ODUk SNC/I

NOTE – Un canal APS peut être employé par plus d'un système de protection et/ou d'une instance du système de protection. Dans le cas de systèmes de protection imbriqués, il faut veiller, lors de l'instauration d'une protection d'unité ODUk, à ne pas interférer avec l'utilisation d'un canal APS d'une autre protection d'unité ODUk sur le même niveau de surveillance de connexion, par exemple, à n'activer la protection que lorsque le canal APS du niveau n'est pas déjà en usage.

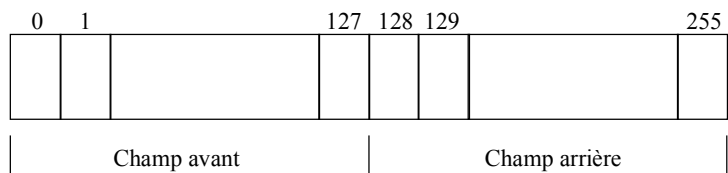
Pour les systèmes de protection linéaire, les affectations binaires pour ces octets et le protocole orienté sur les bits sont donnés dans la Rec. UIT-T G.873.1. Pour les systèmes de protection en anneau, les affectations binaires et le protocole orienté sur les octets appellent un complément d'étude.

15.8.2.5 Canal de communication de signalisation de type et de localisation de défaut d'unité ODUk (FTFL)

Un octet est attribué dans le préfixe ODUk pour acheminer un message de type et de localisation de défaut (FTFL, *fault type and fault location*) codé sur 256 octets. Cet octet se trouve dans la rangée 2, colonne 14 du préfixe ODUk.

Le message FTFL de 256 octets doit être verrouillé sur la multitrame ODUk (c'est-à-dire que l'octet 0 du message FTFL de 256 octets doit être présent dans la position de multitrame ODUk 0000 0000, l'octet 1 de ce message dans la position de multitrame 0000 0001, l'octet 2 dans la position de multitrame 0000 0010, etc.).

Le message FTFL de 256 octets se compose de deux champs de 128 octets comme indiqué à la Figure 15-20, à savoir le champ avant et le champ arrière. Les octets 0 à 127 du message FTFL sont attribués au champ avant, et les octets 128 à 255 au champ arrière.



G.709/Y.1331_F15-20

Figure 15-20/G.709/Y.1331 – Structure du message FTFL

Les champs avant et arrière sont de nouveau divisés en trois couches comme indiqué à la Figure 15-21, à savoir: le champ d'indication de type de défaut avant/arrière, le champ identificateur de l'opérateur avant/arrière et le champ spécifique à l'opérateur avant/arrière.

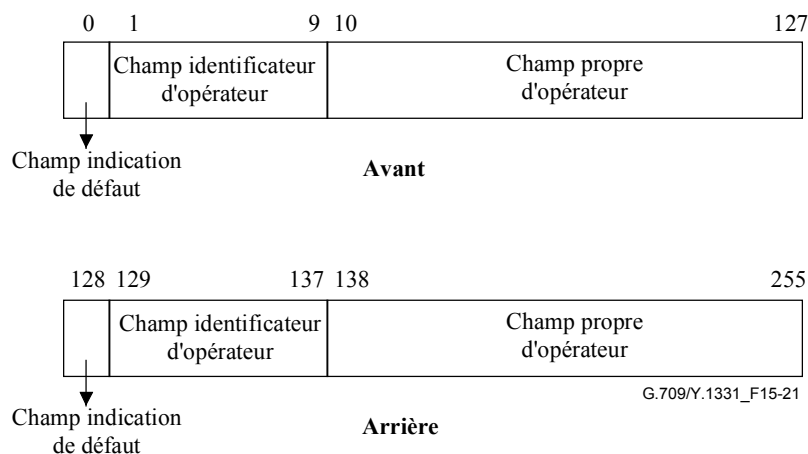


Figure 15-21/G.709/Y.1331 – Structure des champs avant/arrière

15.8.2.5.1 Champ d'indication de type de défaut avant/arrière

Le champ d'indication de type de défaut indique l'état de défaut. L'octet 0 du message FTFL est attribué au champ d'indication de type de défaut vers l'avant et l'octet 128 au champ d'indication de type de défaut vers l'arrière. Les champs d'indication de type de défaut sont codés comme indiqué dans le Tableau 15-7. Le code 0000 0000 indique "pas de défaut", le code 0000 0001 "signal défectueux" et le code 0000 0010 "dégradation du signal". Les codes restants sont réservés pour une future normalisation internationale.

Tableau 15-7/G.709/Y.1331 – Codes d'indication de défaut

Code d'indication de défaut	Définition
0000 0000	Pas de défaut
0000 0001	Signal défectueux
0000 0010	Dégradation du signal
0000 0011 . . .	Réservé à future normalisation internationale
1111 1111	

15.8.2.5.2 Champ identificateur d'opérateur avant/arrière

Le champ identificateur d'opérateur occupe 9 octets. Les octets 1 à 9 sont attribués au champ identificateur d'opérateur vers l'avant et les octets 129 à 137 au champ identificateur d'opérateur vers l'arrière. Le champ identificateur d'opérateur se compose de deux sous-champs: le sous-champ segment international et le sous-champ segment national comme indiqué à la Figure 15-22.

Attribution d'octets dans le champ arrière	129	130	131	132	133	134	135	136	137
Attribution d'octets dans le champ avant	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Code pays				Code segment national					
G/PCC				ICC	Remplissage par des zéros				
G/PCC				ICC		Remplissage par des zéros			
G/PCC				ICC			Remplissage par des zéros		
G/PCC				ICC				Remplissage par des zéros	
G/PCC				ICC					Remplissage par des zéros
G/PCC				ICC					
Zéro									

G.709/Y.1331_F15-22

Figure 15-22/G.709/Y.1331 – Structure du champ identificateur de l'opérateur

Le champ de segment international est un code de pays géographique/politique (G/PCC, *geographic/political country code*) ISO 3166 à 3 caractères. Les trois premiers octets du champ identificateur de l'opérateur à 9 octets (c'est-à-dire les octets 1 à 3 pour le champ identificateur de l'opérateur avant et les octets 129 à 131 pour le champ identificateur d'opérateur vers l'arrière) sont attribués au champ segment international. Le code pays doit être basé sur le code pays 3166 ISO en majuscules alphabétiques à trois caractères (par exemple, USA, FRA).

Le champ segment national définit un code d'exploitant à 1-6 caractères de l'UIT (ICC, *ITU carrier code*). Les codes ICC sont gérés par le Bureau de la normalisation des télécommunications (TSB) compte tenu de la Rec. UIT-T M.1400. Le champ segment national occupe six octets et contient un code d'exploitant de l'UIT de 1 à 6 caractères avec des caractères de queue qui sont des zéros pour compléter le champ de six caractères.

15.8.2.5.3 Champ spécifique à l'opérateur avant/arrière

Les octets 10 à 127 sont attribués au champ spécifique à l'opérateur avant (voir Figure 15-21) et les octets 138 à 255 au champ spécifique à l'opérateur arrière. Les champs spécifiques à l'opérateur ne font pas l'objet d'une normalisation.

15.8.2.6 Préfixe expérimental d'unité ODUk (EXP)

Deux octets du préfixe d'unité ODUk sont attribués à une utilisation expérimentale. Ces octets sont situés dans la rangée 3, colonnes 13 et 14 du préfixe d'unité ODUk.

L'utilisation de ces octets ne fait pas l'objet de normalisation et n'entre pas dans le champ d'application de la présente Recommandation.

Le préfixe expérimental dégagé dans le préfixe ODUk OH permet à un fournisseur ou à un opérateur de réseau, dans leur propre (sous-)réseau, de prendre en charge une application qui nécessite un préfixe ODUk additionnel.

La transmission du préfixe EX au-delà du (sous-)réseau n'est pas exigée; c'est-à-dire la portée du préfixe EX est limitée au (sous-)réseau doté de l'équipement du fournisseur ou au réseau de l'opérateur.

15.8.2.7 Préfixe réservé ODUk (RES)

Neuf octets du préfixe d'unité ODUk sont réservés à une normalisation internationale future. Ces octets sont situés dans la rangée 2, colonnes 1 à 3 et dans la rangée 4, colonnes 9 à 14 du préfixe ODUk. Ces octets sont tous mis à zéro.

15.9 Description du préfixe OPUk OH

15.9.1 Position du préfixe OPUk OH

Le préfixe d'unité OPUk se compose: d'un identificateur de structure de charge utile (PSI, *payload structure identifier*) comprenant le type de charge utile (PT, *payload type*), le préfixe associé à la concaténation et le préfixe associé au mappage (par exemple, pour la commande de justification et les bits d'opportunité) de signaux clients dans la charge utile d'unité OPUk. La Figure 15-23 montre les emplacements des préfixes PSI et PT d'unité OPUk.

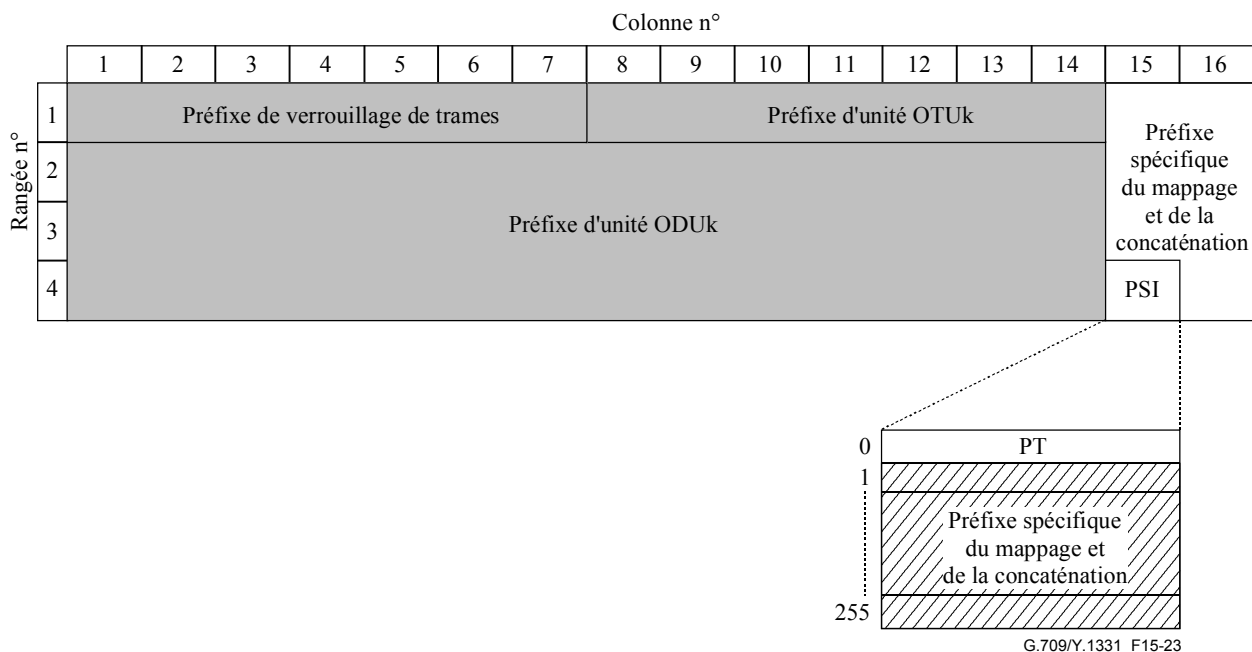


Figure 15-23/G.709/Y.1331 – Préfixe d'unité OPUk

15.9.2 Définition du préfixe OPUk OH

15.9.2.1 Identificateur de structure de charge utile d'unité OPUk (PSI)

Un octet du préfixe OPUk est attribué au transport d'un signal identificateur de structure de charge utile (PSI) qui occupe 256 octets. L'octet se trouve dans la rangée 4, colonne 15 du préfixe OPUk.

Le signal PSI à 256 octets est verrouillé sur la multitrame ODUk (c'est-à-dire PSI[0] est présent dans la position de la multitrame ODUk 0000 0000, PSI[1] à la position 0000 0001, PSI[2] à la position 0000 0010, etc.).

Le champ PSI[0] contient un type de charge utile d'un seul octet. Les champs PSI[1] à PSI[255] sont spécifiques du mappage et de la concaténation, sauf pour les champs PT 0x01 (mappage expérimental) et PT 0x80 à 0x8F (pour usage privé).

15.9.2.1.1 Type de charge utile d'OPUk (PT)

Un signal type de charge utile de un octet est défini dans l'octet PSI[0] de l'identificateur structure de charge utile pour indiquer la composition du signal OPUk. Les séquences codées en binaire sont définies dans le Tableau 15-8.

Tableau 15-8/G.709/Y.1331 – Séquences codées de type de charge utile

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Code hexad. (Note 1)	Interprétation
0 0 0 0	0 0 0 1	01	Mappage expérimental (Note 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	Mappage CBR asynchrone, voir § 17.1
0 0 0 0	0 0 1 1	03	Mappage CBR synchrone au niveau des bits, voir § 17.1
0 0 0 0	0 1 0 0	04	Mappage ATM, voir § 17.2
0 0 0 0	0 1 0 1	05	Mappage GFP, voir § 17.3
0 0 0 0	0 1 1 0	06	Signal concaténé virtuel, voir § 18 (Note 5)
0 0 0 1	0 0 0 0	10	Flux binaire avec mappage de rythme d'octet, voir § 17.5.1
0 0 0 1	0 0 0 1	11	Flux binaire sans mappage de rythme d'octet, voir § 17.5.2
0 0 1 0	0 0 0 0	20	Structure multiplex d'unité ODU, voir § 19
0 1 0 1	0 1 0 1	55	Indisponible (Note 2)
0 1 1 0	0 1 1 0	66	Indisponible (Note 2)
1 0 0 0	x x x x	80-8F	Codes réservés à une utilisation spécifique (Note 4)
1 1 1 1	1 1 0 1	FD	Mappage du signal de test NULL, voir § 17.4.1
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	Mappage du signal de test PRBS, voir § 17.4.2
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	Indisponible (Note 2)

NOTE 1 – 226 codes de réserve ont été laissés pour future normalisation internationale. On trouvera à l'Annexe A/G.806 la procédure permettant d'obtenir l'un de ces codes pour un nouveau type de charge utile.

NOTE 2 – Ces valeurs sont exclues de l'ensemble des séquences codées disponibles. Ces séquences binaires sont présentes dans les signaux de maintenance d'unité ODUk.

NOTE 3 – La valeur "01" ne doit être utilisée pour des activités expérimentales que si un code de mappage n'est pas défini dans le présent tableau. On se reportera à l'Annexe A/G.806 pour obtenir davantage d'informations sur l'utilisation de ce code.

NOTE 4 – Ces 16 valeurs de code ne seront pas davantage normalisées. On se reportera à l'Annexe A/G.806 pour obtenir davantage d'informations sur l'utilisation de ces codes.

NOTE 5 – Pour le type de charge utile du signal concaténé virtuel, on utilise un préfixe spécifique de type de charge utile (vcPT), voir § 18.

15.9.2.2 Préfixe spécifique de mappage et de concaténation d'unités OPUk

Sept octets sont réservés dans le préfixe d'unité OPUk pour le préfixe spécifique de mappage et de concaténation. Ces octets sont situés dans les rangées 1 à 3 des colonnes 15 et 16 ainsi que dans la rangée 4 de la colonne 16. Par ailleurs 255 octets sont réservés dans le champ d'identificateur PSI aux fins spécifiques du mappage et de la concaténation.

L'utilisation de ces octets dépend du mappage spécifique du signal client (défini au § 17 et au § 19) et de l'emploi de la concaténation (voir § 18).

16 Signaux de maintenance

Un signal d'indication d'alarme (AIS, *alarm indication signal*) est un signal envoyé en aval pour indiquer qu'un défaut amont a été détecté. Un signal AIS est produit dans une fonction d'adaptation du puits. Un signal AIS est détecté dans une fonction puits de terminaison de chemin afin de corriger les défauts ou les anomalies qui, autrement, auraient été détectés comme une conséquence d'une interruption du transport de signal original en un point amont.

Une indication de défaut vers l'avant (FDI) est un signal envoyé en aval pour indiquer qu'un défaut amont a été détecté. Un signal FDI est produit par la fonction adaptation du puits. Un signal FDI est détecté dans une fonction puits de terminaison de chemin afin de corriger des défauts ou des anomalies qui, autrement, auraient été détectés suite à une interruption du transport du signal original en un point amont.

NOTE – Les signaux AIS et FDI sont des signaux analogues. Le terme AIS est utilisé lorsqu'il s'agit du domaine numérique. Le terme FDI est utilisé lorsqu'il s'agit du domaine optique; le signal FDI est transporté dans le signal de préfixe OTM (OOS) sous la forme d'un préfixe non associé.

Une indication connexion ouverte (OCI, *open connection indication*) est un signal envoyé en aval pour indiquer qu'en amont le signal n'est pas "relié" à une source de terminaison de chemin. Un signal OCI est produit dans une fonction de connexion et émis par cette fonction de connexion sur chacun ses points de connexion de sortie, qui ne sont pas connectés à l'un de ses points de connexion d'entrée. Un signal OCI est détecté dans une fonction puits de terminaison de chemin.

Un signal verrouillé (LCK, *locked*) est un signal envoyé vers l'aval pour indiquer qu'en amont la connexion est verrouillée, et qu'aucun signal ne peut passer.

Une indication charge utile manquante (PMI, *payload missing indication*) est un signal envoyé en aval pour indiquer qu'en amont au point source du signal, aucun des intervalles affluents ne contient de signal optique ou contient un signal optique sans charge utile; ce qui indique que le transport du signal affluent optique est interrompu.

Un signal PMI est produit dans la fonction source d'adaptation et est détecté par la fonction puits de terminaison de chemin qui supprime le défaut LOS qui se produit dans ces conditions.

16.1 Signaux de maintenance de section OTS

16.1.1 Indication de charge utile manquante de section OTS (OTS-PMI)

Le signal OTS-PMI est produit pour indiquer que la charge utile OTS ne contient pas de signal optique.

16.2 Signaux de maintenance de section OMS

Les trois signaux de maintenance de section OMS suivants sont définis: OMS-FDI-P, OMS-FDI-O et OMS-PMI.

16.2.1 Charge utile d'indication de défaut vers l'avant de section OMS (OMS-FDI-P)

Le signal OMS-FDI-P est produit pour indiquer un défaut de couche serveur de section OMS dans la couche de réseau OTS.

16.2.2 Préfixe d'indication de défaut vers l'avant de section OMS (OMS-FDI-O)

Un signal OMS-FDI-O est produit pour indiquer que le transport du préfixe OMS OH par le signal OOS est interrompu en raison d'une condition de défaut dans le signal OOS.

16.2.3 Indication de charge utile manquante de section OMS (OMS-PMI)

Le signal OMS-PMI est produit pour indiquer qu'aucune porteuse OCC ne contient de signal optique.

16.3 Signaux de maintenance de canal OCh

Les trois signaux de maintenance OCh suivants sont définis: OCh-FDI-P, OCh-FDI-O et OCh-OCI.

16.3.1 Charge utile d'indication de défaut vers l'avant de canal OCh (OCh-FDI-P)

Le signal OCh-FDI est produit pour indiquer un défaut de couche serveur OCh dans la couche Réseau OMS.

Lorsque l'OTUk prend fin, l'indication OCh-FDI est maintenue sous forme d'un signal ODUk-AIS.

16.3.2 Préfixe d'indication de défaut vers l'avant de canal OCh (OCh-FDI-O)

L'indication OCh-FDI-O est produite pour signaler une interruption du transport du préfixe OCh OH par le signal OOS en raison d'une condition de défaut dans le signal OOS.

16.3.3 Indication de connexion ouverte de canal OCh (OCh-OCI)

Le signal OCh-OCI indique aux fonctions de traitement du transport aval que la connexion OCh n'est pas reliée ou connectée (via une connexion matricielle) à une fonction source de terminaison. L'indication est utilisée afin de faire la distinction en aval entre une absence de canal optique en raison d'un défaut et une absence de canal optique en raison d'une connexion ouverte (résultant d'une commande de gestion).

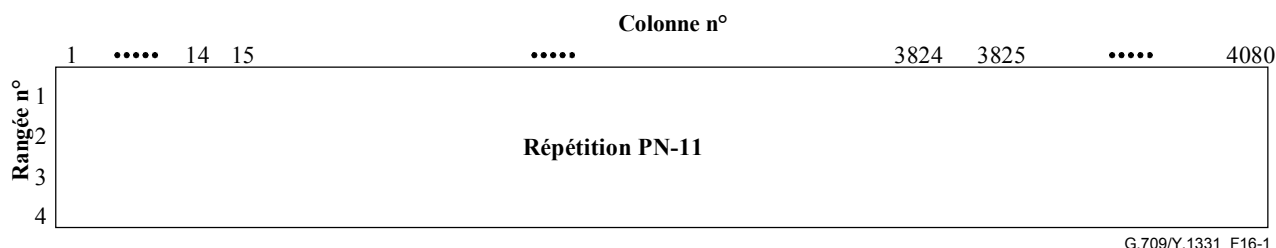
NOTE – L'indication OCI est détectée par l'équipement de terminaison de chemin OTUk aval suivant. Si la connexion a été ouverte intentionnellement, le rapport d'alarme associé émis par cette terminaison de chemin doit être désactivé au moyen du mode de commande de signalisation d'alarme (voir Rec. UIT-T M.3100/Amd.3).

16.4 Signaux de maintenance d'unité OTUk

16.4.1 Signal d'indication d'alarme d'unité OTUk (OTUk-AIS)

Le signal OTUk-AIS (voir Figure 16-1) est un signal AIS (voir § 16.6.1). Etant donné que la capacité de l'OTUk (130 560 bits) n'est pas un multiple entier de la longueur de séquence PN-11 (2047 bits), la séquence PN-11 peut déborder au-delà des limites d'une trame OTUk.

NOTE – Le signal OTUk-AIS est défini de façon à prendre en charge une future application de couche serveur. L'équipement de réseau OTN devrait avoir la capacité de détecter la présence d'un tel signal sans être tenu à le produire.



G.709/Y.1331_F16-1

Figure 16-1/G.709/Y.1331 – Signal OTUk-AIS

16.5 Signaux de maintenance d'unité ODUk

Les trois signaux de maintenance d'unité ODUk suivants sont définis: ODUk-AIS, ODUk-OCI et ODUk-LCK.

16.5.1 Signal d'indication d'alarme d'unité ODUk (ODUk-AIS)

Le signal ODUk-AIS est spécifié de manière à ne contenir que des "1" dans tout le signal ODUk, à l'exclusion du préfixe de verrouillage de trames (FA OH), du préfixe OTUk (OTUk OH) et du canal ODUk FTFL (voir Figure 16-2).

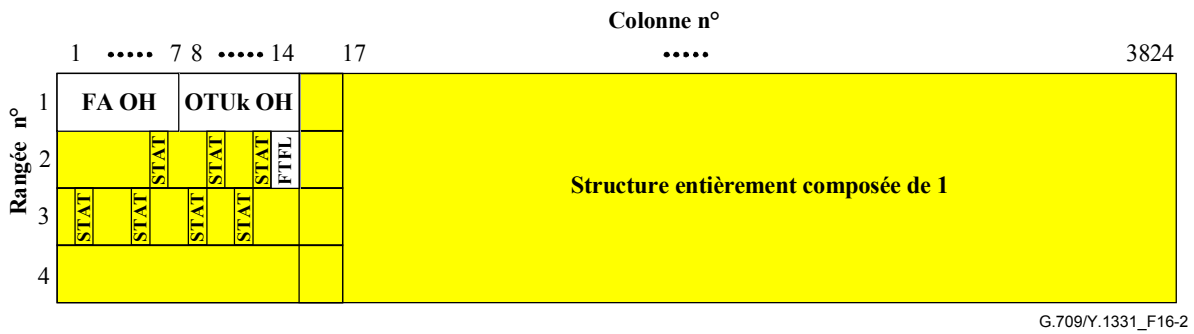


Figure 16-2/G.709/Y.1331 – Signal ODUk-AIS

De plus, avant d'être présenté à l'interface OTM, le signal ODUk-AIS peut être étendu avec un ou plusieurs niveaux de connexion en cascade ODUk, GCC1, GCC2, EXP ou avec un préfixe APS/PCC. Cela dépend de la fonctionnalité existante entre le point d'insertion du signal ODUk-AIS et l'interface OTM.

La présence d'un signal ODUk-AIS est détectée par surveillance des bits STAT d'unité ODUk dans les champs de préfixe PM et TCMi.

16.5.2 Indication de connexion ouverte ODUk (ODUk-OCI)

L'indication ODUk-OCI est spécifiée par la répétition de la séquence "0110 0110" dans tout le signal ODUk, à l'exclusion du préfixe de verrouillage de trames (FA OH) et du préfixe OTUk (OTUk OH) (voir Figure 16-3).

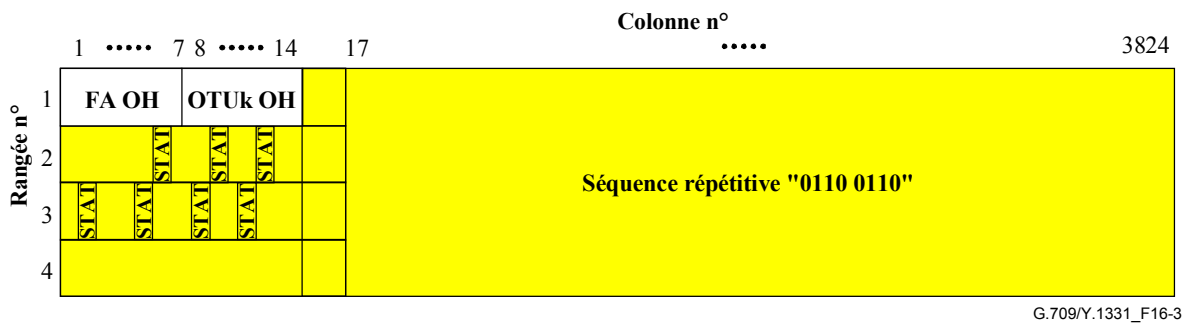


Figure 16-3/G.709/Y.1331 – Signal ODUk-OCI

NOTE – La séquence répétitive "0110 0110" est implicite; d'autres séquences sont également autorisées à condition que les bits STAT soient mis à "110" dans les champs de préfixe PM et TCMi.

De plus, avant d'être présenté à l'interface OTM, le signal ODUk-OCI peut être étendu avec un ou plusieurs niveaux de connexion en cascade ODUk, GCC1, GCC2, EXP ou avec un préfixe APS/PCC. Cela dépend de la fonctionnalité existante entre le point d'insertion du signal ODUk-OCI et l'interface OTM.

La présence d'un signal ODUk-OCI est détectée par surveillance des bits STAT d'unité ODUk dans les champs de préfixe PM et TCMi.

16.5.3 Unité ODUk verrouillée (ODUk-LCK)

L'indication ODUk-LCK est spécifiée par la répétition de la séquence "0101 0101" dans tout le signal ODUk, à l'exclusion du préfixe de verrouillage de trames (FA OH, *frame alignment overhead*) et du préfixe OTUk (OTUk OH) (voir Figure 16-4).

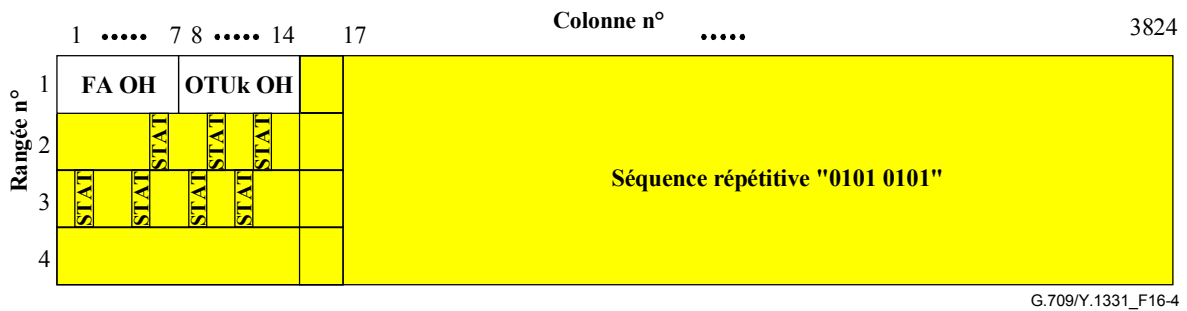


Figure 16-4/G.709/Y.1331 – Signal ODUk-LCK

NOTE – La séquence répétitive "0101 0101" est implicite; d'autres séquences sont également autorisées à condition que les bits STAT soient mis à "101" dans les champs de préfixe PM et TCMi.

De plus, avant d'être présenté à l'interface OTM, le signal ODUk-LCK peut être étendu avec un ou plusieurs niveaux de connexion en cascade ODUk, GCC1, GCC2, EXP et/ou avec un préfixe APS/PCC. Cela dépend de la fonctionnalité existante entre le point d'insertion du signal ODUk-LCK et l'interface OTM.

La présence d'un signal ODUk-LCK est détectée par surveillance des bits STAT d'unité ODUk dans les champs de préfixe PM et TCMi.

16.6 Signal de maintenance client

16.6.1 Signal AIS pour des signaux à débit binaire constant

Le signal générique AIS est un signal qui contient une séquence répétitive du nombre polynomial 11 (PN-11, *polynomial number 11*) occupant 2047 bits.

La séquence PN-11 est définie par le polynôme générateur $1 + x^9 + x^{11}$ qui est spécifié au § 5.2/O.150. (Voir Figure 16-5.)

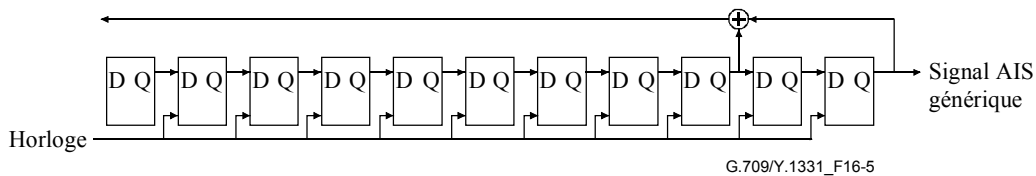


Figure 16-5/G.709/Y.1331 – Circuit générateur du signal AIS générique

17 Mappage des signaux clients

17.1 Mappage des signaux CBR2G5, CBR10G et CBR40G (par exemple STM-16/64/256) avec l'OPUk

Le mappage d'un signal CBR2G5, CBR10G ou CBR40G (avec une tolérance maximale de débit binaire de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$) avec un OPUk ($k = 1,2,3$) peut être réalisé de deux façons différentes (asynchrone ou synchrone sur les bits) sur la base d'une structure de trame générique OPUk (voir Figure 17-1).

NOTE 1 – Des exemples de signaux de ce type sont les STM-16, STM-64 et STM-256.

NOTE 2 – La tolérance de débit binaire maximale entre l'horloge OPUk et l'horloge de signal client, acceptable dans ce schéma de mappage est de $\pm 65 \cdot 10^{-6}$. Avec une tolérance de débit binaire de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ pour l'horloge OPUk, la tolérance de débit binaire du signal client peut être de $\pm 45 \cdot 10^{-6}$.

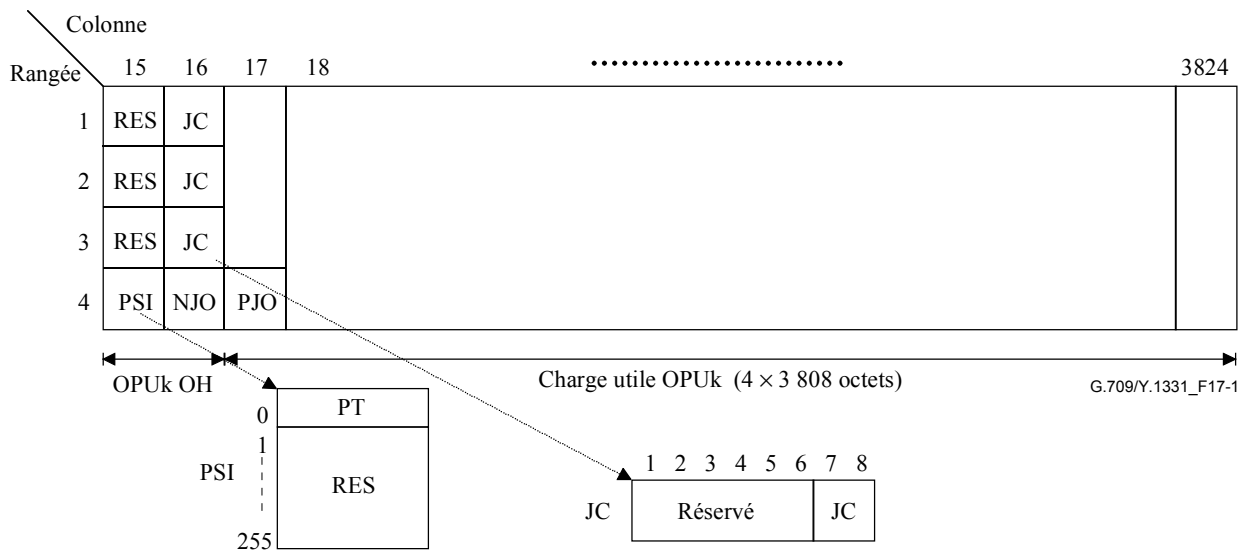


Figure 17-1/G.709/Y.1331 – Structure de la trame OPUk pour le mappage d'un signal CBR2G5, CBR10G ou CBR40G

Le préfixe d'unité OPUk se compose, pour ces mappages, d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et 255 octets réservés pour future normalisation internationale (RES), de trois octets de commande de justification (JC, *justification control*), d'un octet d'opportunité de justification négative (NJO, *negative justification opportunity*) et de trois octets réservés pour future normalisation internationale (RES, *reserved for future international standardization*). Les octets JC se composent de deux bits pour la commande de justification et de six bits réservés pour future normalisation internationale.

La charge utile OPUk pour ces mappages se compose de 4×3808 octets, incluant un octet d'opportunité de justification positive (PJO, *positive justification opportunity*).

Le signal de contrôle de justification (JC) qui se trouve dans les rangées 1, 2 et 3 de la colonne 16 aux bits 7 et 8, est utilisé pour contrôler deux bits d'opportunité de justification NJO et PJO qui suivent dans la rangée 4.

Les processus de mappage asynchrone et de mappage synchrone sur les bits produisent les éléments JC, NJO et PJO conformément aux Tableaux 17-1 et 17-2 respectivement. Le processus de démappage interprète les éléments JC, NJO et PJO conformément au Tableau 17-3. Un vote majoritaire (deux sur trois) doit être utilisé pour prendre la décision de justification dans le processus de démappage afin qu'il n'y ait pas d'erreur dans l'un des trois signaux JC.

Tableau 17-1/G.709/Y.1331 – Production des signaux JC, NJO et PJO par un processus de mappage asynchrone

JC		NJO	PJO
bits	7 8		
	0 0	Octet de justification	Octet de données
	0 1	Octet de données	Octet de données
	1 0	Non produit	
	1 1	Octet de justification	Octet de justification

Tableau 17-2/G.709/Y.1331 – Production des signaux JC, NJO et PJO par un processus de mappage avec synchronisation sur les bits

JC bits 7 8	NJO	PJO
0 0	Octet de justification	Octet de données
0 1	Non produit	
1 0		
1 1		

Tableau 17-3/G.709/Y.1331 – Interprétation des signaux JC, NJO et PJO

JC bits 7 8	NJO	PJO
0 0	Octet de justification	Octet de données
0 1	Octet de données	Octet de données
1 0 (Note)	Octet de justification	Octet de données
1 1	Octet de justification	Octet de justification
NOTE – Un circuit mappeur ne produit pas ce code. En raison des erreurs sur les bits, un circuit démappeur pourrait recevoir ce code.		

Les valeurs contenues dans les signaux NJO et PJO, lorsqu'elles sont utilisées comme octets de justification, sont uniquement composées de "0". Le récepteur doit ignorer la valeur contenue dans ces octets chaque fois qu'ils sont utilisés comme octets de justification.

Pendant une condition du défaut du signal client entrant CBR2G5, CBR10G ou CBR40G (par exemple dans le cas d'une perte du signal d'entrée), ce signal entrant défectueux est remplacé par le signal AIS générique spécifié au § 16.6.1, puis est mappé sur l'unité OPUk.

Au cours d'un état de défaut du signal entrant d'unité ODUk/OPUk (par exemple, en cas d'état signalé par ODUk-AIS, ODUk-LCK ou ODUk-OCI), la séquence générique AIS spécifiée au § 16.6.1 est produite en tant que signal de remplacement du signal CBR2G5, CBR10G ou CBR40G perdu.

Mappage asynchrone

Le signal OPUk pour le mappage asynchrone est créé à partir d'une horloge produite localement (dans les limites spécifiées au Tableau 17-3), qui est indépendante des signaux CBR2G5, CBR10G ou CBR40G (c'est-à-dire $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ kbit/s ($k = 1,2,3$)).

Les signaux CBR2G5, CBR10G, CBR40G (c'est-à-dire $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ kbit/s ($k = 1,2,3$)) sont mappés en un signal OPUk utilisant un système de justification positif/négatif/zéro (pnz).

Mappage avec synchronisation des bits

L'horloge OPUk pour le mappage synchrone sur les bits est obtenue à partir du signal client CBR2G5, CBR10G ou CBR40G (c'est-à-dire $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ kbit/s ($k = 1,2,3$)). Pendant les conditions du signal défectueux des signaux entrants CBR2G5, CBR10G ou CBR40G (par exemple dans le cas de perte du signal), le débit binaire du signal de charge utile OPUk doit se trouver dans les limites spécifiées dans le Tableau 17-3 et aucune discontinuité de fréquence ou de phase de trame ne doit être introduite. La resynchronisation sur le signal entrant CBR2G5, CBR10G ou CBR40G doit être effectuée sans introduire de discontinuité de fréquence ou de phase de trame.

Les signaux CBR2G5, CBR10G ou CBR40G (c'est-à-dire $4^{(k-1)} \times 2\,488\,320$ kbit/s ($k = 1,2,3$)) sont mappés avec le signal OPUk sans utiliser la capacité de justification à l'intérieur de la trame OPUk: NJO contient un octet de justification, PJO contient un octet de données et le signal JC est fixé à 00.

17.1.1 Mappage d'un signal CBR2G5 (par exemple STM-16) en un signal OPU1

Des groupes de 8 bits successifs (ne constituant pas nécessairement un octet) du signal CBR2G5 sont mappés en un octet de données (D) de OPU1 (voir Figure 17-2). Une fois par trame OPU1, il est possible d'exécuter une action de justification positive ou négative.

Rangée n°	Colonne n°				3824		
	15	16	17	18			
1	RES	RES	JC	D	D	3805D	D
2	RES	RES	JC	D	D	3805D	D
3	RES	JC	D	D		3805D	D
4	PSI	NJO	PJO	D		3805D	D

G.709/Y.1331_F17-2

Figure 17-2/G.709/Y.1331 – Mappage d'un signal CBR2G5 en OPU1

17.1.2 Mappage d'un signal CBR10G (par exemple STM-64) en OPU2

Des groupes de 8 bits successifs (ne constituant pas nécessairement un octet) du signal CBR10G sont mappés en un octet de données (D) de l'OPU2 (voir Figure 17-3). On ajoute 64 octets de bourrage fixe (FS, *fixed stuff*) dans les colonnes 1905 à 1920. Une fois par trame OPU2, il est possible d'exécuter une action de justification positive ou négative.

Rangée n°	Colonne n°				1904	1905	1920	1921	3824
	15	16	17								
1	RES	RES	JC				16FS			119 × 16D	
2	RES	RES	JC				16FS			119 × 16D	
3	RES	JC					16FS			119 × 16D	
4	PSI	NJO	PJO				16FS			119 × 16D	

G.709/Y.1331_F17-3

Figure 17-3/G.709/Y.1331 – Mappage d'un signal CBR10G en OPU2

17.1.3 Mappage d'un signal CBR40G (par exemple STM-256) en unité OPU3

Des groupes de 8 bits successifs (ne constituant pas nécessairement un octet) du signal CBR40G sont mappés en un octet de données (D) de l'unité OPU3 (voir Figure 17-4). On ajoute 128 octets de bourrage fixe (FS, *fixed stuff*) dans les colonnes 1265 à 1280 et 2545 à 2560. Une fois par trame OPU3, il est possible d'exécuter une action de justification positive ou négative.

Rangée n°	Colonne n°			Colonne n°			Colonne n°			Colonne n°		
	15	16	17	1264	1265	1280	1281	2544	2545	2560	2561	3824
1	RES	RES	JC	78 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D		
2	RES	RES	JC	78 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D		
3	RES	JC	JC	78 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D		
4	PSI	NJO	PJO	15D + 77 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D	16FS	79 × 16D		

G.709/Y.1331_F17-4

Figure 17-4/G.709/Y.1331 – Mappage d'un signal CBR40G en unité OPU3

17.2 Mappage d'un flux de cellules ATM en unité OPUk

Un flux de cellules ATM à débit binaire constant avec une capacité identique à celle de la zone charge utile OPUk est créé par multiplexage de cellules ATM d'un ensemble de signaux ATM VP. L'adaptation de débit est effectuée dans le cadre de ce processus de création du flux de cellules en insérant des cellules vides ou en éliminant des cellules. On se reportera à la Rec. UIT-T I.432.1. Le flux de cellules ATM est mappée sur zones de charge utile OPUk avec la structure d'octets des cellules ATM alignée sur la structure d'octets de charge utile ODUk (voir Figure 17-5). Les limites des cellules ATM sont alors alignées avec les limites des octets de charge utile OPUk. Etant donné que la capacité de charge utile OPUk (15232 octets) n'est pas un multiple entier de longueur de cellules (53 octets), une cellule peut déborder de la limite d'une trame OPUk.

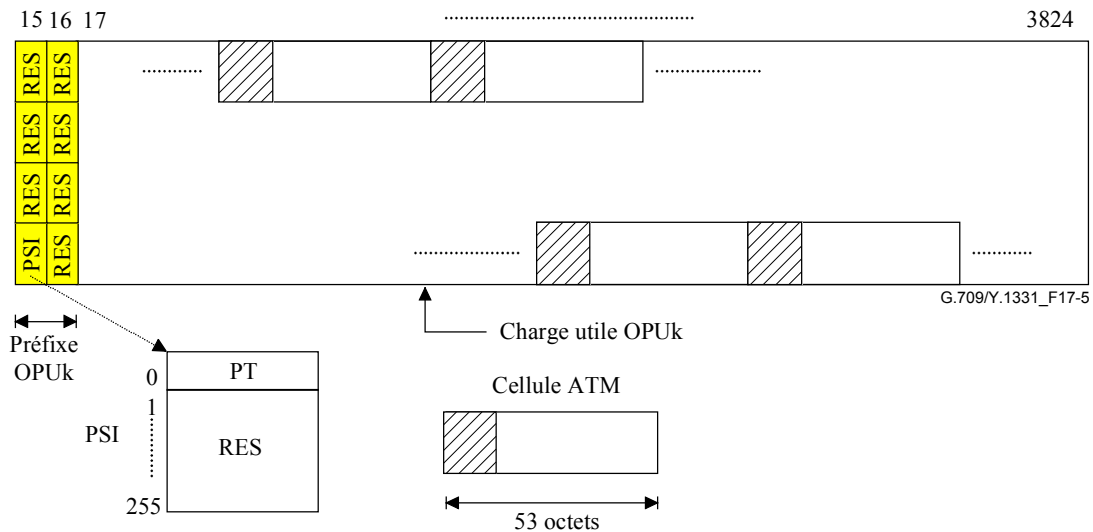


Figure 17-5/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk et mappage de cellules ATM en unités OPUk

Le champ information de cellules ATM (48 octets) doit être embrouillé avant mappage avec l'OPUk. Dans le sens inverse, après la fin du signal OPUk, le champ information de cellules ATM sera désembrouillé avant d'être transmis à la couche ATM. On doit utiliser un embrouilleur autosynchrone à polynôme générateur $x^{43} + 1$ (comme spécifié dans la Rec. UIT-T I.432.1). L'embrouilleur fonctionne pendant les périodes correspondant à la présence du champ information de cellules. Pendant l'en-tête à 5 octets, le fonctionnement de l'embrouilleur est suspendu et l'état de cet embrouilleur est conservé. La première cellule transmise au redémarrage sera erronée car le désembrouilleur à l'extrémité réceptrice ne sera pas synchronisé sur l'embrouilleur émetteur.

L'embrouillage du champ information de cellules est nécessaire pour assurer une protection contre le mauvais cadrage des cellules et des champs information de cellules reproduisant le signal de verrouillage de trames OTUk et ODUk.

Lors de l'extraction du flux de cellules ATM de la zone charge utile OPUk après la fin de l'ODUk, les cellules ATM doivent être reconstituées. Le préfixe de cellules ATM contient le champ contrôle d'erreur dans l'en-tête (HEC, *header error control*), qui peut être utilisé de manière analogue à un mot de verrouillage de trames pour obtenir le cadrage des cellules. Cette méthode HEC utilise la corrélation entre les bits de préfixe à protéger par le contrôle HEC (32 bits) et le bit de contrôle de l'HEC (8 bits) introduit dans l'en-tête après calcul avec un code cyclique abrégé avec un polynôme générateur $g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$.

Le reste de ce polynôme est ensuite ajouté à une séquence fixe "01010101" afin d'améliorer les caractéristiques de cadrage des cellules. Cette méthode est analogue au rétablissement conventionnel du verrouillage de trames dans les cas où le signal de verrouillage n'est pas fixe mais varie d'une cellule à l'autre.

On trouvera de plus amples informations sur le cadrage des cellules HEC dans la Rec. UIT-T I.432.1

Le préfixe d'unité OPUk se compose, pour le mappage ATM, d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et 255 octets réservés pour future normalisation internationale (RES), et de sept octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile OPUk pour le mappage ATM se compose de 4×3808 octets.

17.3 Mappage de trame GFP en unité OPUk

Le mappage des trames de procédure de mise en trame générique (GFP, *generic framing procedure*) est effectué en alignant la structure en octets de chaque trame GFP sur la structure en octet de la charge utile OPUk (voir Figure 17-6). Etant donné que les trames GFP sont de longueur variable (le mappage n'imposant aucune restriction sur la longueur maximale de trame), une trame peut déborder des limites de la trame OPUk.

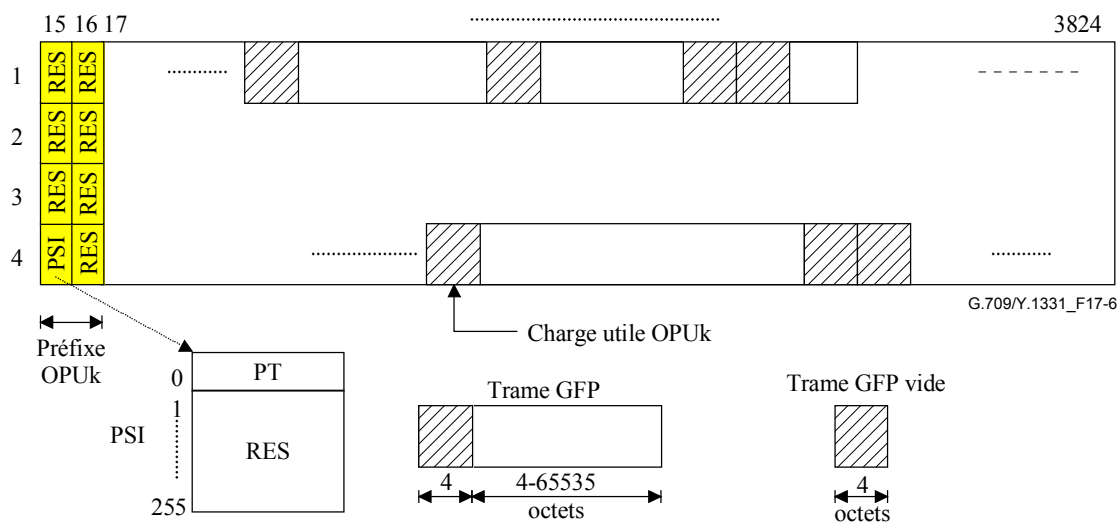


Figure 17-6/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk et mappage de trame GFP en unités OPUk

Les trames GFP arrivent sous forme d'un flux binaire continu avec une capacité qui est identique à celle de la zone de charge utile OPUk, en raison de l'insertion de trames vides à l'étape d'encapsulation GFP. Le flux de trame GFP est embrouillé pendant l'encapsulation.

NOTE – Aucune adaptation de débit ou aucun embrouillage n'est requis au stade du mappage; ces opérations sont effectuées pendant le processus d'encapsulation GFP.

Le préfixe d'unité OPUk se compose, pour le mappage GFP, d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et 255 octets réservés pour future normalisation internationale (RES), et de sept octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile OPUk pour le mappage GFP se compose de 4×3808 octets.

17.4 Mappage du signal de test en OPUk

17.4.1 Mappage d'un client NULL en OPUk

Un signal de charge utile OPUk ne comprenant que des zéros (voir Figure 17-7) est défini pour les tests. Il est appelé client NULL.

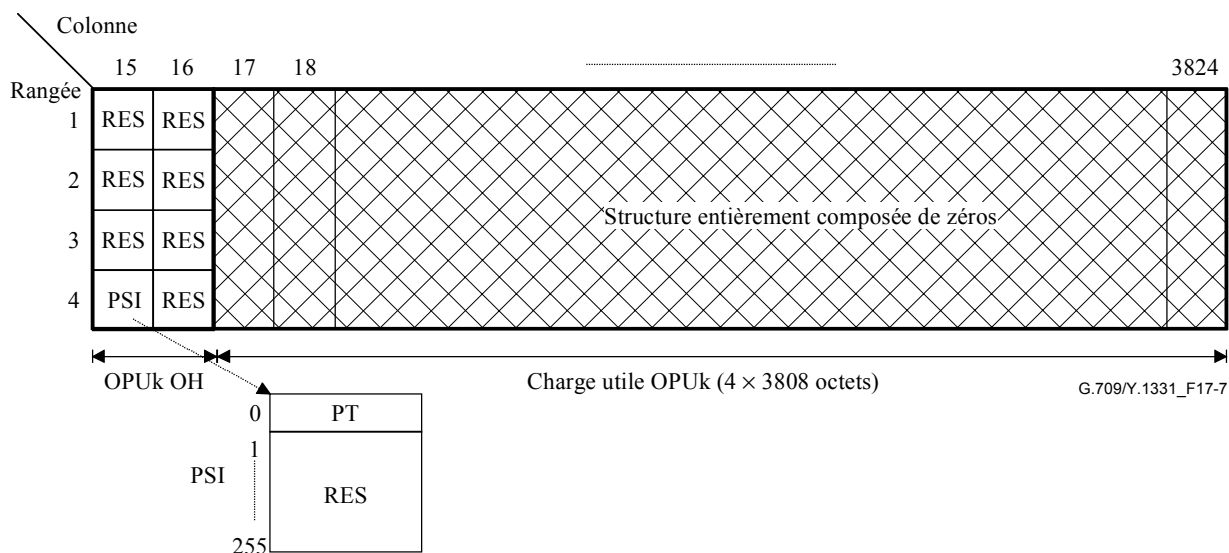


Figure 17-7/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk et mappage du client NULL en unités OPUk

Le préfixe d'unité OPUk se compose, pour le mappage NULL, d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et 255 octets réservés pour future normalisation internationale (RES), et de sept octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile OPUk pour le mappage du client NULL se compose de 4×3808 octets.

17.4.2 Mappage du signal de test PRBS en unités OPUk

Pour les tests, une séquence de tests pseudo-aléatoires de 2 147 483 647 bits ($2^{31}-1$) comme spécifié au § 5.8/O.150 peut être mappée sur charge utile OPUk. Des groupes de 8 bits du signal de séquence de tests pseudo-aléatoires à 2 147 483 647 bits sont mappés en 8 bits de données (8D) (c'est-à-dire un octet) de la charge utile ODU3 (voir Figure 17-8).

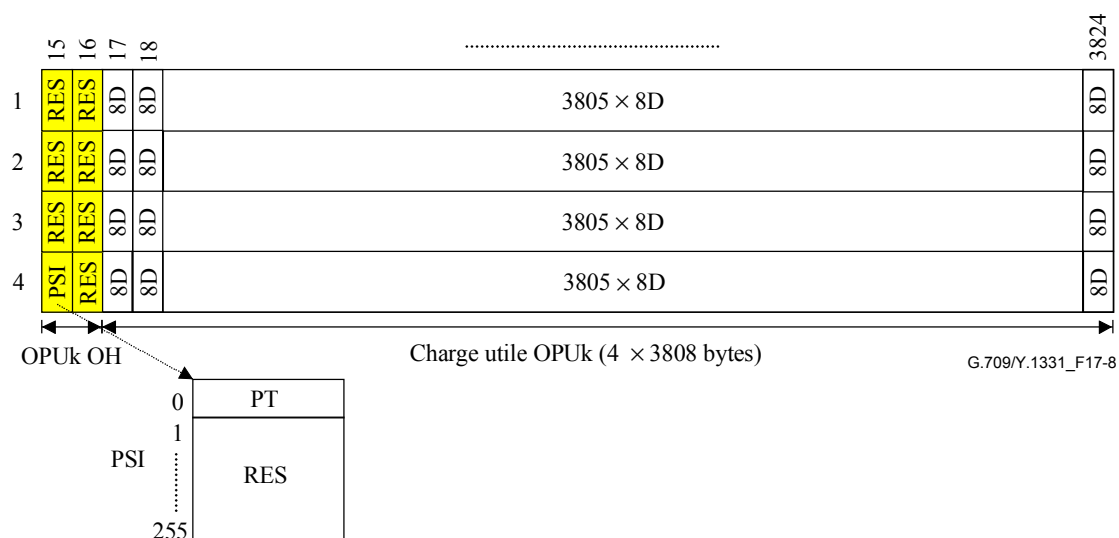


Figure 17-8/G.709/Y.1331 – Structure de frame OPUk et mappage de la séquence de tests pseudo-aléatoires à 2 147 483 647 bits en unités OPUk

Le préfixe d'unité OPUk se compose, pour le mappage PRBS, d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et 255 octets réservés pour future normalisation internationale (RES), et de sept octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile OPUk pour le mappage PRBS se compose de 4 × 3808 octets.

17.5 Mappage d'un flux binaire client non spécifique en unités OPUk

En plus des mappages des signaux client spécifique, comme spécifié dans les autres sous-paragraphes du présent paragraphe, on spécifie un mappage client non spécifique en OPUk. Tout signal client ou tout ensemble de ces signaux, qui, après encapsulation en un flux binaire continu avec un débit binaire égal à celui de la charge utile OPUk, peut être mappée sur charge utile OPUk (voir Figure 17-9). Le flux binaire doit être synchrone avec le signal OPUk. Toute justification doit être incluse dans le processus de création du flux binaire continu. Le flux binaire continu doit être embrouillé avant mappage en charge utile OPUk.

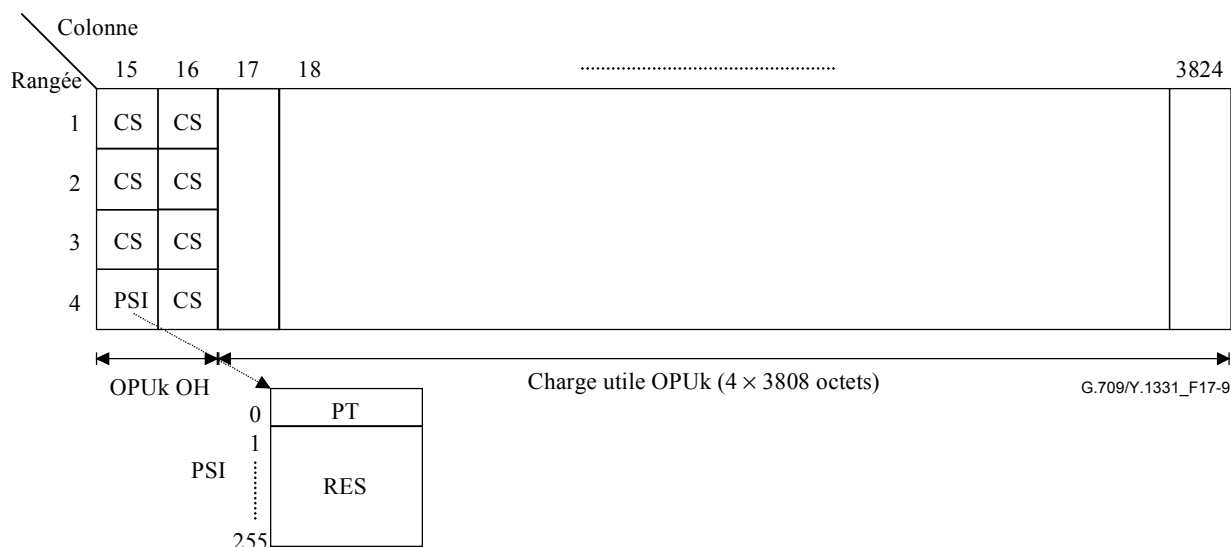


Figure 17-9/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk pour le mappage d'un flux binaire constant synchrone

Le préfixe d'unité OPUk se compose, pour le mappage, d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et 255 octets réservés pour future normalisation internationale (RES), et de sept octets réservés à des fins spécifiques au client (CS, *client-specific*). La définition de ces octets de préfixe CS est donnée dans le cadre de la spécification du processus d'encapsulation.

La charge utile OPUk pour ce mappage non spécifique se compose de 4×3808 octets.

17.5.1 Mappage d'un flux binaire avec synchronisation des octets en unité OPUk

Si la synchronisation des octets est possible, chaque octet du flux de données entrant sera mappé sur un octet de données de charge utile OPUk.

17.5.2 Mappage d'un flux binaire sans synchronisation des octets en unité OPUk

Si la synchronisation des octets n'est pas possible, des groupes de 8 bits successifs (ne constituant pas nécessairement un octet) du flux de données entrant seront mappés en un octet de données de charge utile OPUk.

17.6 Mappage d'autres signaux à débit binaire constant avec justification en unité OPUk

Appelle un complément d'étude.

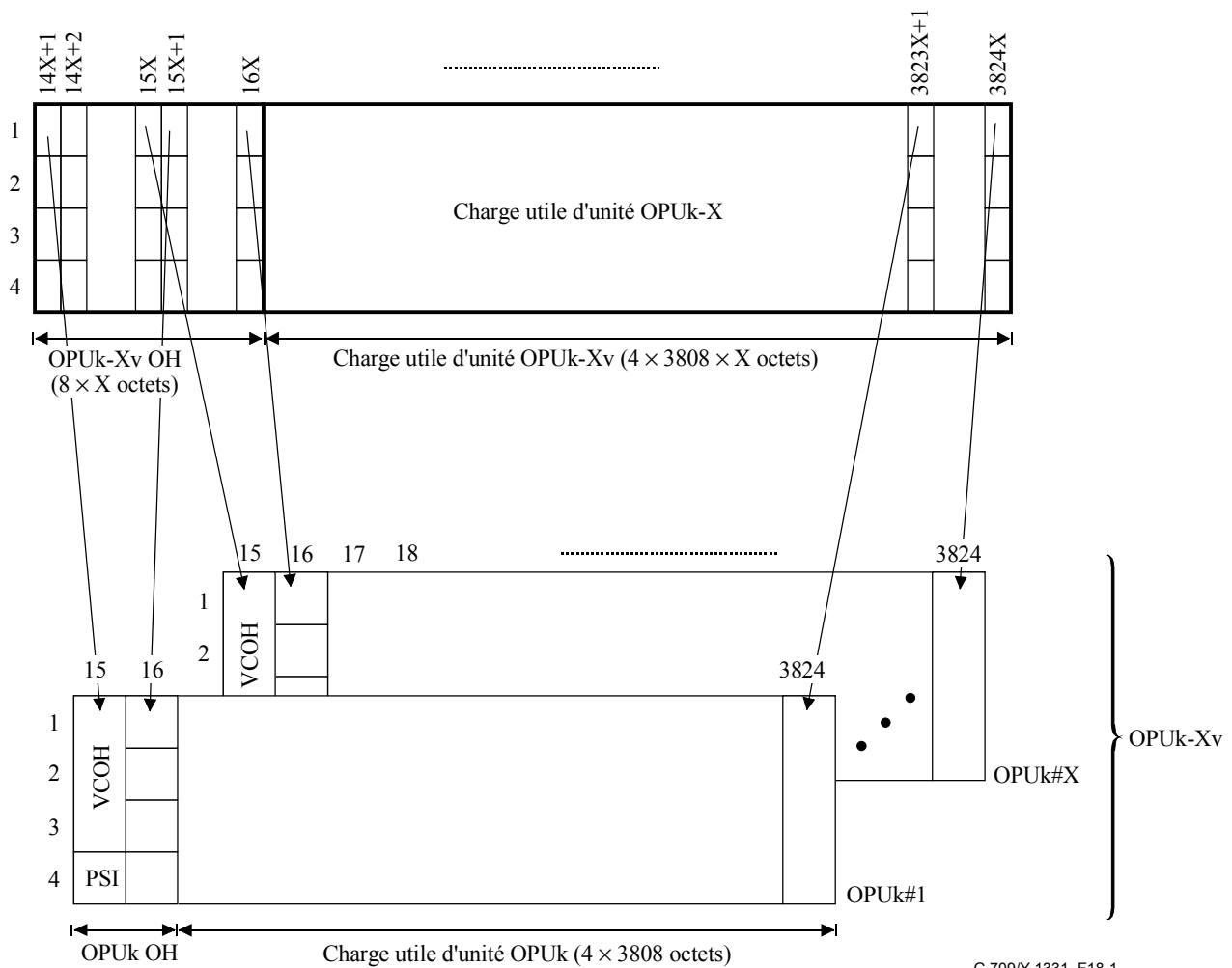
18 Concaténation

La concaténation est réalisée dans le réseau OTN par concaténation virtuelle de signaux d'unité OPUk.

18.1 Concaténation virtuelle d'unités OPUk

18.1.1 Unités OPUk en concaténation virtuelle (OPUk-Xv, k = 1 .. 3, X = 1 .. 256)

La structure de trame d'unité OPUk-Xv (k = 1,2,3) est représentée dans la Figure 18-1. Elle s'organise en blocs de 4 rangées et de X fois 3810 colonnes.



G.709/Y.1331_F18-1

Figure 18-1/G.709/Y.1331 – Structure d'unité OPUk-Xv

Les deux principales zones de la trame OPUk-Xv sont les suivantes:

- zone de préfixe d'unité OPUk-Xv;
- zone de charge utile d'unité OPUk-Xv.

Les colonnes 14X+1 à 16X de l'unité OPUk-Xv sont dédiées à la zone de préfixe OPUk-Xv.

Les colonnes 16X+1 à 3824X de l'unité OPUk-Xv sont dédiées à la zone de charge utile OPUk-Xv.

NOTE – Les numéros de colonne OPUk-Xv sont déduits de ceux des colonnes OPUk dans la trame ODUk.

Une unité OPUk-Xv contient une zone de X charges utiles contiguës d'unités OPUk (OPUk-X-PLD) avec une capacité de charge de $X \times 238 / (239 - k) \times 4^{(k-1)} \times 2\,488\,320 \text{ kbit/s} \pm 20 \cdot 10^{-6}$, comme représenté dans la Figure 18-1. La charge OPUk-X-PLD est mappée dans X unités OPUks individuelles, qui forment l'unité OPUk-Xv.

Chaque unité OPUk de l'unité OPUk-Xv est transportée dans une unité ODUk et les X unités ODUk forment l'unité ODUk-Xv.

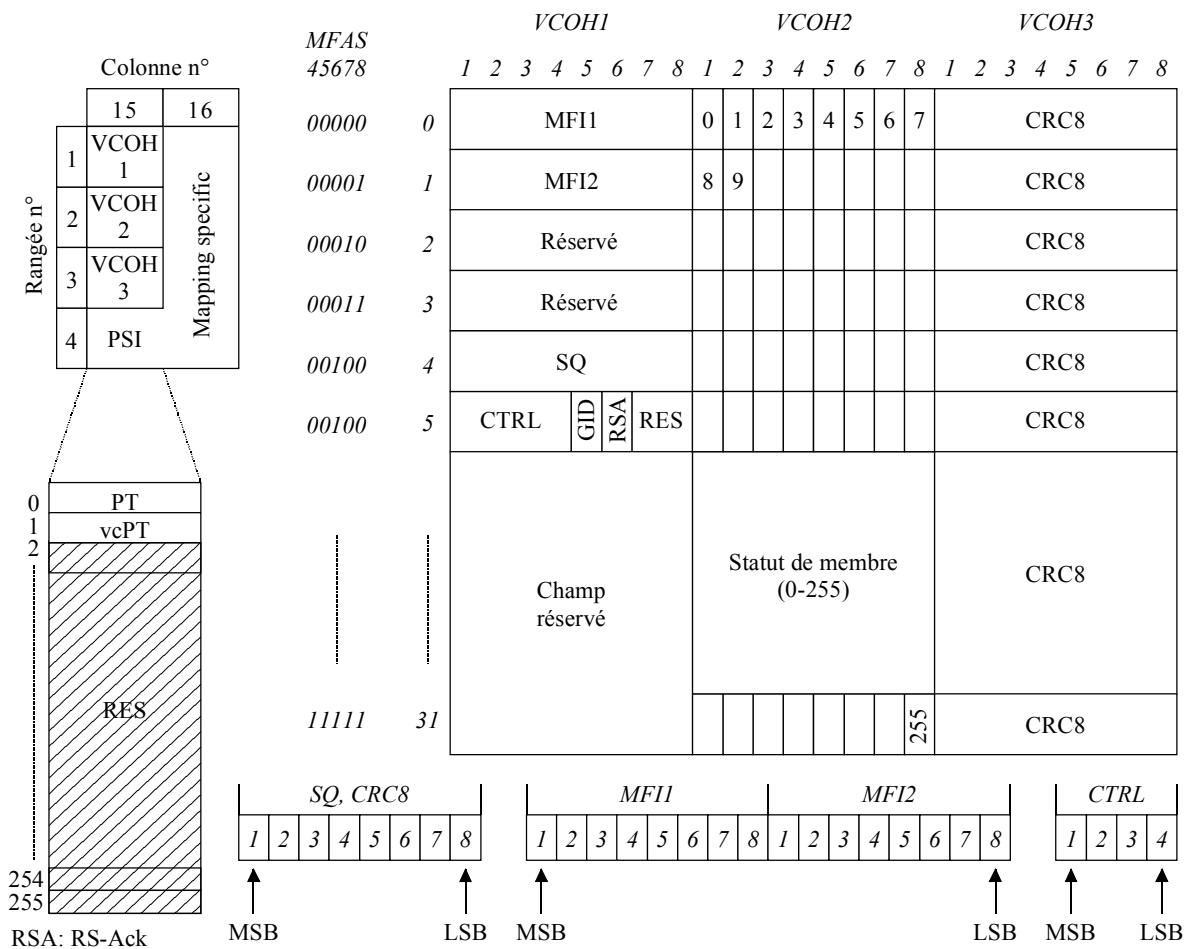
Chaque unité ODUk de l'ODUk-Xv est transportée individuellement dans le réseau. Compte tenu de la différence de temps de propagation des unités ODUk, un délai différentiel apparaîtra entre les unités ODUk individuelles et donc entre les unités OPUk. Il faut compenser ce délai différentiel et les unités OPUk individuelles doivent être réalignées afin d'accéder à la zone de charges utiles contiguës.

18.1.2 Description du préfixe d'unité OPUk-Xv

18.1.2.1 Emplacement du préfixe d'unité OPUk-Xv

Le préfixe d'unité OPUk-Xv se compose des éléments suivants: X fois un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT); X fois un préfixe de concaténation virtuelle (VCOH) utilisé pour une indication de séquence et de multitrame spécifique de la concaténation virtuelle; et un préfixe (par exemple, des bits de commande et d'opportunité de justification) associé au mappage de signaux clients dans la charge utile d'unité OPUk, comme indiqué dans la Figure 18-1. Le champ PSI et le préfixe VCOH sont propres à chaque unité OPUk de l'OPUk-Xv, alors que le préfixe propre au mappage est associé au signal concaténé.

Le préfixe VCOH d'unité OPUk-Xv se compose de 3 octets par unité OPUk, définis dans la Figure 18-2.



G.709/Y.1331_F18-2

Figure 18-2/G.709/Y.1331 – Préfixe de concaténation virtuelle d'unité OPUk-Xv

18.1.2.2 Définition du préfixe d'unité OPUk-Xv

18.1.2.2.1 Identificateur de structure de charge utile d'unité OPUk-Xv (PSI)

Dans chaque unité OPUk d'OPUk-Xv, un seul octet est attribué, dans la 4^e rangée, 15^e colonne (voir Figure 18-2) au transport d'un signal d'identificateur de structure de charge utile (PSI) de 256 octets, comme défini au § 15.9.2.

Le champ PSI[1] est utilisé pour un identificateur de type de charge utile spécifique de la concaténation virtuelle (vcPT).

Le contenu du champ PSI est identique pour chaque unité OPUk de l'OPUk-Xv.

18.1.2.2.1.1 Type de charge utile d'unité OPUk-Xv (vcPT)

Un signal d'un octet de type de charge utile d'unité OPUk-Xv est défini dans l'octet PSI[1] de l'identificateur de structure de charge utile afin d'indiquer la composition du signal OPUk-Xv. Les séquences codées sont définies dans le Tableau 18-1.

Tableau 18-1/G.709/Y.1331 – Séquences codées de type de charge utile (vcPT) pour signaux OPUk (OPUk-Xv) en concaténation virtuelle

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Code hexad. (Note 1)	Interprétation
0 0 0 0	0 0 0 1	01	Mappage expérimental (Note 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	Mappage CBR asynchrone, voir § 18.2.1 et § 18.2.2
0 0 0 0	0 0 1 1	03	Mappage CBR synchrone au niveau des bits, voir § 18.2.1 et § 18.2.2
0 0 0 0	0 1 0 0	04	Mappage ATM, voir § 18.2.3
0 0 0 0	0 1 0 1	05	Mappage GFP, voir § 18.2.4
0 0 0 1	0 0 0 0	10	Flux binaire avec mappage de rythme d'octet, voir § 18.2.6
0 0 0 1	0 0 0 1	11	Flux binaire sans mappage de rythme d'octet, voir § 18.2.6
0 1 0 1	0 1 0 1	55	Indisponible (Note 2)
0 1 1 0	0 1 1 0	66	Indisponible (Note 2)
1 0 0 0	x x x x	80-8F	Codes réservés à une utilisation spécifique (Note 4)
1 1 1 1	1 1 0 1	FD	Mappage du signal de test NULL, voir § 18.2.5.1
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	Mappage du signal de test PRBS, voir § 18.2.5.2
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	Indisponible (Note 2)

NOTE 1 – 228 codes de réserve ont été laissés pour future normalisation internationale. On trouvera à l'Annexe A/G.806 la procédure permettant d'obtenir l'un de ces codes pour un nouveau type de charge utile.

NOTE 2 – Ces valeurs sont exclues de l'ensemble des séquences codées disponibles. Ces séquences binaires sont présentes dans les signaux de maintenance d'unité ODUk.

NOTE 3 – La valeur "01" ne doit être utilisée pour des activités expérimentales que si un code de mappage n'est pas défini dans le présent tableau. On se reportera à l'Annexe A/G.806 pour obtenir davantage d'informations sur l'utilisation de ce code.

NOTE 4 – Ces 16 valeurs de code ne seront pas davantage normalisées. On se reportera à l'Annexe A/G.806 pour obtenir davantage d'informations sur l'utilisation de ces codes.

18.1.2.2.1.2 Préfixe réservé (RES) d'identificateur de structure de charge utile (PSI) d'unité OPUk-Xv

254 octets sont réservés dans le champ PSI d'unité OPUk pour future normalisation internationale. Ces octets sont situés dans les champs PSI[2] à PSI[255] de l'en-tête d'unité OPUk. Ces octets sont mis à ZERO partout.

18.1.2.2.2 Préfixe de concaténation virtuelle d'unités OPUk-Xv (VCOH1/2/3)

Trois octets sont utilisés par chaque unité OPUk de l'OPUk-Xv pour transporter une structure de 8×3 octets \times 32 trames pour le préfixe spécifique de concaténation virtuelle. Ces octets sont situés dans les rangées 1, 2 et 3 de la colonne 15, comme indiqué dans la Figure 18-2.

Cette structure est alignée sur la multitrame d'ODUk et verrouillée sur les bits 4, 5, 6, 7 et 8 du signal MFAS. Elle est répétée 8 fois dans la multitrame de 256 trames.

Cette structure est utilisée pour transporter les séquences de multitrame et le préfixe de commande de système LCAS.

18.1.2.2.1 Indicateur de multitrame de concaténation virtuelle d'OPUk-Xv (MFI1, MFI2)

Une multitrame à deux phases est introduite pour transporter la mesure de délai différentiel (entre les signaux membres du groupe virtuellement concaténé) et la compensation (de ces délais différentiels) par le processus de réalignement dans le récepteur.

La première phase utilise le signal MFAS dans la zone de préfixe de verrouillage de trames pour l'indicateur de multitrame sur 8 bits. Le signal MFAS est incrémenté à chaque trame ODUk dans un compteur de 0 à 255.

La deuxième phase utilise dans le préfixe VCOH les octets de préfixe des signaux MFI1 et MFI2 afin de former un compteur de multitrame de 16 bits, dont le MSB est dans MFI1 et le LSB dans MFI2.

L'indicateur MFI1 est inséré dans le préfixe VCOH1[0] et l'indicateur MFI2 dans le préfixe VCOH[1].

Le compteur de multitrame de la deuxième phase est incrémenté de 0 à 65535 au début de chaque multitrame de la première phase (MFAS = 0).

La multitrame globale qui en résulte (par combinaison du premier et du second compteur de multitrame) possède une longueur de 16 777 216 trames d'unité ODUk.

Au début de l'unité OPUk-Xv, la séquence de multitrame de toutes les unités OPUk de l'unité OPUk-Xv est identique.

Le processus de réalignement doit permettre de compenser un délai différentiel d'au moins 125 µs.

18.1.2.2.2 Indicateur de séquence (SQ) d'unité OPUk-Xv

L'indicateur de séquence SQ identifie la séquence/l'ordre selon lequel les unités OPUk individuelles de l'OPUk-Xv sont combinées afin de former la charge contiguë OPUk-X-PLD qui est représentée dans la Figure 18-1.

Le numéro de séquence SQ de 8 bits (qui prend en charge les valeurs de X jusqu'à 256) est transporté dans le préfixe VCOH1[4]. Le bit 1 du préfixe VCOH1[4] est le MSB et le bit 8 est le LSB.

Chaque unité OPUk d'une unité OPUk-Xv possède un numéro de séquence unique et fixe, compris entre 0 et (X - 1). L'OPUk transportant le premier intervalle de temps de l'OPUk-Xv a le numéro de séquence 0, l'OPUk transportant le deuxième intervalle de temps a le numéro de séquence 1, et ainsi de suite jusqu'à l'OPUk transportant l'intervalle de temps X de l'OPUk-Xv avec le numéro de séquence (X - 1).

Pour les applications nécessitant une largeur de bande fixe, le numéro de séquence est attribué de façon fixe et n'est pas configurable. Cela permet soit de vérifier la constitution de l'OPUk-Xv sans utiliser la trace soit de la transporter au moyen d'un certain nombre de signaux d'ODUk dont les fonctions de terminaison de chemin font partie du groupe de ressources en terme de fonction de terminaison de chemin d'ODUk.

Voir la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305 pour l'utilisation et l'exploitation.

18.1.2.2.2.3 Mots de commande (CTRL) de système LCAS d'OPUk-Xv

Le mot de commande (CTRL) de système LCAS est situé dans les bits 1 à 4 du préfixe VCOH1[5], le bit 1 du préfixe VCOH1[5] étant le MSB et le bit 4 le LSB.

Voir la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305 pour les commandes LCAS (codage et fonctionnement).

18.1.2.2.2.4 Champ de statut de membre (MST, *member status*) de système LCAS d'OPUk-Xv

Le champ de statut de membre (MST) de système LCAS signale le statut de chaque unité OPUk de l'OPUk-Xv.

Un bit est utilisé par chaque unité OPUk afin de signaler le statut du puits à la source. Les préfixes VCOH2[0] to VCOH2[31] sont utilisés comme indiqué dans la Figure 18-2. Voir la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305 pour le codage et le fonctionnement.

Le statut de tous les membres (256) est transféré en 1567 μ s ($k = 1$), 390 μ s ($k = 2$) et 97 μ s ($k = 3$).

18.1.2.2.2.5 Identification de groupe (GID) de système LCAS d'OPUk-Xv

L'identification de groupe (GID, *group identification*) de système LCAS permet au récepteur de vérifier que tous les canaux entrants proviennent d'un même émetteur. Voir la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305 pour le codage et le fonctionnement.

Le bit 5 du préfixe VCOH1[5] est utilisé pour l'identification GID.

18.1.2.2.2.6 Réacquiescement de séquence (RS-Ack) de système LCAS d'OPUk-Xv

Le réacquiescement de séquence est une indication de puits à source du fait qu'une répétition, augmentation ou diminution de séquence a été détectée. Voir la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305 pour le codage et le fonctionnement.

Le bit 6 du préfixe VCOH1[5] est utilisé pour le réacquiescement RS-Ack.

18.1.2.2.2.7 Contrôle de redondance cyclique (CRC) de système LCAS d'OPUk-Xv

Un contrôle CRC de 8 bits est assuré pour l'acceptation rapide du préfixe VirtConc du système LCAS. Ce CRC-8 est calculé trame par trame sur les préfixes VCOH1 et VCOH2 puis inséré dans le préfixe VCOH3. Le polynôme CRC_8 est $x^8 + x^2 + x + 1$. Voir la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305 pour le fonctionnement.

18.1.2.2.2.8 Préfixe VCOH réservé d'OPUk-Xv

Le préfixe VCOH réservé est mis à zéro partout.

18.1.2.2.3 Préfixe spécifique du mappage d'OPUk

X fois 4 octets sont réservés dans le préfixe d'unité OPUk pour le préfixe spécifique du mappage. Ces octets sont situés dans les colonnes 15X+1 à 16X.

L'utilisation de ces octets dépend du mappage spécifique du signal client (défini au § 18.2).

18.2 Mappage des signaux clients

18.2.1 Mappage des signaux de débit CBR (par exemple, STM-64/256) dans une unité OPUk-4v

Le mappage d'un signal de débit CBR (avec une tolérance de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ sur le débit) dans une unité OPUk-4v peut être effectué selon deux modes différents (asynchrone et synchrone au niveau des bits) sur la base d'une seule structure de trame générique d'unité OPUk-4v (voir Figure 18-3).

NOTE 1 – Exemples de tels signaux: STM-64 et STM-256.

NOTE 2 – La tolérance maximale sur le débit entre l'unité OPUk-4v et le rythme du signal client, qui peut être acceptée par ce plan de mappage, est de $\pm 65 \cdot 10^{-6}$. Avec une tolérance sur le débit de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ pour le rythme d'unité OPUk-4v, la tolérance sur le signal client sur le débit peut être de $\pm 45 \cdot 10^{-6}$.

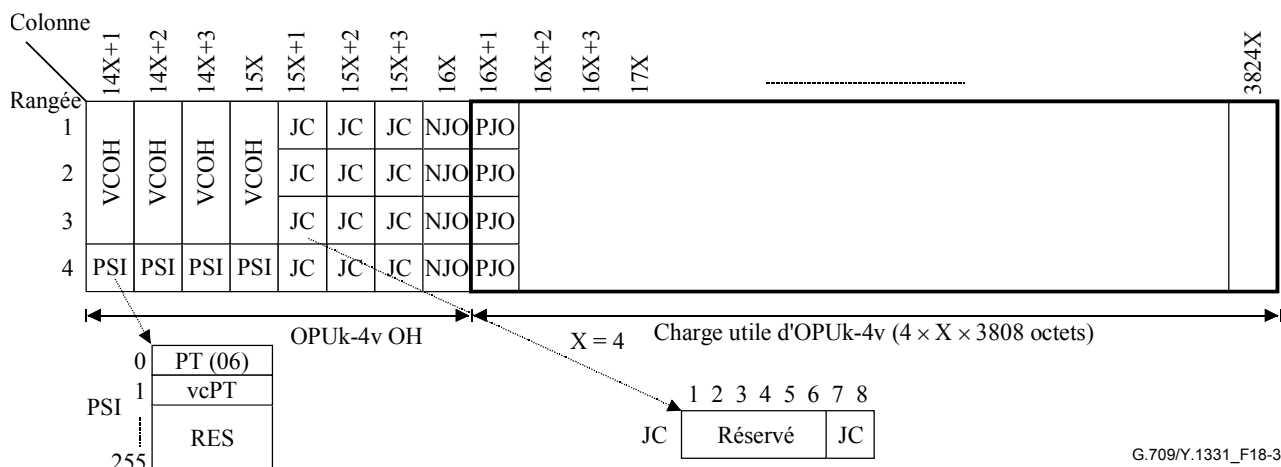


Figure 18-3/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'OPUk-4v pour le mappage d'un signal CBR10G ou CBR40G

Le préfixe d'unité OPUk-4v se compose, pour ces mappages, de X (X = 4) fois un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et le type de charge utile en concaténation virtuelle (vcPT), X fois le préfixe de concaténation virtuelle (VCOH), trois octets de commande de justification (JC) et un octet par rangée d'opportunité de justification négative (NJO). Les octets JC se composent de 2 bits pour la commande de justification et de 6 bits réservés pour future normalisation internationale.

La charge utile d'unité OPUk-4v se compose, pour ces mappages, de X (X = 4) fois 4 x 3808 octets, y compris un octet par rangée d'opportunité de justification positive (PJO, *positive justification opportunity*). Les signaux de commande de justification (JC), qui sont situés dans les bits 7 et 8 des colonnes 15X+1 (61), 15X+2 (62) et 15X+3 (63) de chaque rangée servent à commander les deux champs d'opportunité de justification NJO et PJO qui les suivent dans les colonnes 16X (64) et 16X+1 (65) de chaque rangée.

Les processus de mappage asynchrone et de mappage synchrone au niveau des bits produisent les champs JC, NJO et PJO conformément aux Tableaux 17-1 et 17-2, respectivement. Le processus de démappage interprète les champs JC, NJO et PJO conformément au Tableau 17-3. La logique élective (deux sur trois) doit être utilisée pour prendre la décision de justification au cours du processus de démappage afin de prévenir toute erreur dans l'un des trois signaux JC.

La valeur contenue dans les champs NJO et PJO est constituée uniquement de zéros lorsque ces octets sont utilisés pour la justification. Le récepteur est obligé de ne pas tenir compte de la valeur contenue dans ces octets s'ils sont utilisés comme octets de justification.

Lors d'un état de panne de signal client CBR entrant (par exemple, en cas de perte du signal d'entrée), ce signal entrant défaillant est remplacé par le signal AIS générique qui est spécifié au § 16.6.1 puis est mappé dans l'unité OPUk-4v.

Lors d'un état de panne du signal ODUk/OPUk-4v entrant (par exemple, en cas d'état ODUk-AIS, ODUk-LCK, ODUk-OCI), la structure AIS générique qui est spécifiée au § 16.6.1 est produite en tant que signal de remplacement du signal CBR perdu.

Mappage asynchrone

Le signal OPUk-4v de mappage asynchrone est créé à partir d'un rythme produit localement (dans les limites spécifiées dans le Tableau 7-3), qui est indépendant du signal client de débit CBR (c'est-à-dire $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ kbit/s).

Le signal CBR (c'est-à-dire $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ kbit/s) est mappé dans l'unité OPUk-4v au moyen d'un plan de justification de type positif/négatif/zéro (pnz).

Mappage synchrone au niveau des bits

Le rythme d'unité OPUk-4v pour le mappage synchrone au niveau des bits est déduit du signal client CBR (c'est-à-dire $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ kbit/s). Lors de conditions de panne du signal CBR entrant (par exemple, en cas de perte du signal d'entrée), le débit du signal de charge utile d'OPUk-4v doit être conforme aux limites spécifiées dans le Tableau 7-3 et aucune discontinuité ne doit être introduite, que ce soit en terme de fréquence ou en terme de phase de trame. La resynchronisation du signal CBR entrant doit être effectuée sans introduire de discontinuité de fréquence ou de phase de trame.

Le signal CBR (c'est-à-dire $4^{(k)} \times 2\,488\,320$ kbit/s) est mappé dans l'unité OPUk-4v sans utilisation de la capacité de justification dans la trame OPUk-Xv: le champ NJO contient quatre octets de justification, le champ PJO contient quatre octets de données et le signal JC est fixé à 00.

18.2.1.1 Mappage d'un signal CBR10G (par exemple, STM-64) dans une unité OPU1-4v

Des groupes de 8 bits successifs (ne formant pas nécessairement un octet) du signal CBR10G sont mappés dans un octet de données (D) de l'unité OPU1-4v (voir Figure 18-4). A chaque rangée de l'unité OPU1-4v (et donc quatre fois par trame OPU1-4v), il est possible d'effectuer une justification positive ou négative.

	14X+1	14X+2	14X+3	15X	15X+1	15X+2	15X+3	16X	16X+1	16X+2	16X+3	17X	X = 4	3824X	
1	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	NJO	PJO						4 × 3808D - 1
2	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	NJO	PJO						4 × 3808D - 1
3	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	NJO	PJO						4 × 3808D - 1
4	PSI	PSI	PSI	PSI	JC	JC	JC	NJO	PJO						4 × 3808D - 1

G.709/Y.1331_F18-4

Figure 18-4/G.709/Y.1331 – Mappage d'un signal CBR10G dans une unité OPU1-4v

18.2.1.2 Mappage d'un signal CBR40G (par exemple, STM-256) dans une unité OPU2-4v

Des groupes de 8 bits successifs (ne formant pas nécessairement un octet) du signal CBR40G sont mappés dans un octet de données (D) de l'unité OPU2-4v (voir Figure 18-5). X fois 64 octets de bourrage fixe (FS, *fixed stuff*) sont ajoutés dans les colonnes 1904X+1 à 1920X. A chaque rangée de l'unité OPU2-4v (et donc quatre fois par trame OPU2-4v), il est possible d'effectuer une justification positive ou négative.

	14X+1	14X+2	14X+3	15X	15X+1	15X+2	15X+3	16X	16X+1	16X+2	16X+3	17X	.....	1904X	1904X+1	1920X	1920X+1	.....	3824X
1	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D - 1				4 × 16FS	4 × 119 × 16D			
2	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D - 1				4 × 16FS	4 × 119 × 16D			
3	VCOH	VCOH	VCOH	VCOH	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D - 1				4 × 16FS	4 × 119 × 16D			
4	PSI	PSI	PSI	PSI	JC	JC	JC	JC	NJO	PJO	4 × 118 × 16D - 1				4 × 16FS	4 × 119 × 16D			

G.709/Y.1331_F18-5

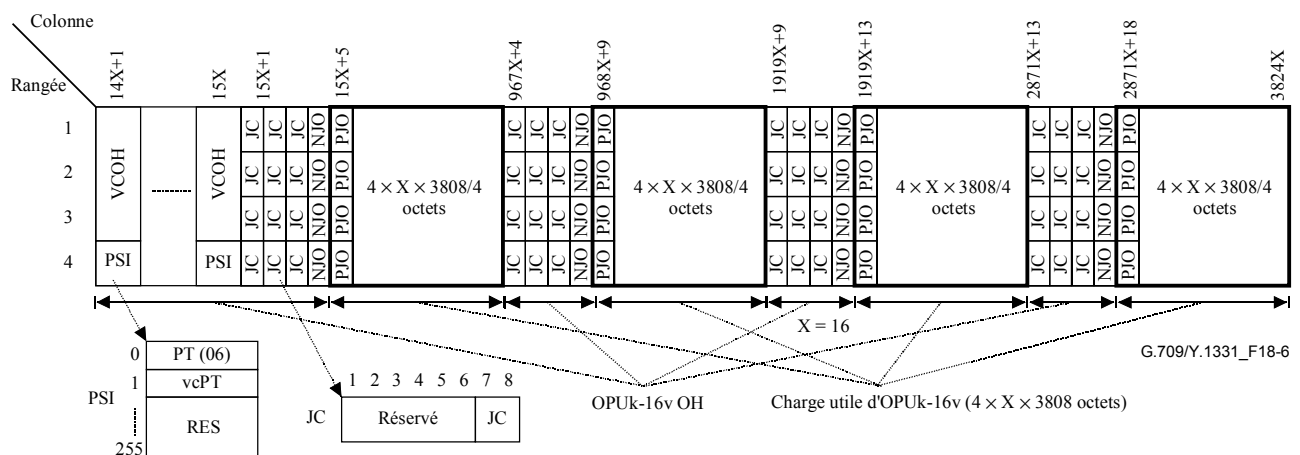
Figure 18-5/G.709/Y.1331 – Mappage d'un signal CBR40G dans une unité OPU2-4v

18.2.2 Mappage de signaux CBR (par exemple, STM-256) dans une unité OPUk-16v

Le mappage d'un signal CBR (avec une tolérance binaire inférieure ou égale à $\pm 20 \cdot 10^{-6}$) dans une unité OPUk-16v peut être effectué selon deux modes différents (asynchrone et synchrone au niveau des bits) sur la base d'une seule structure de trame générique d'unité OPUk-16v modifiée (voir Figure 18-6). Cette structure de rame d'OPUk-16v modifiée possède un préfixe OH dont une partie est répartie dans la trame; par conséquent, les colonnes 15X + 5 à 16X sont maintenant dans la zone de charge utile d'unité OPUk-16v.

NOTE 1 – Exemple de signal de ce type: module STM-256.

NOTE 2 – La tolérance maximale sur le débit binaire entre l'unité OPUk-16v et le rythme du signal client, qui peut être prise en charge par le présent plan de mappage, est de $\pm 65 \cdot 10^{-6}$. Avec une tolérance de débit de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ pour le rythme d'OPUk-16v, la tolérance de débit du signal client peut être de $\pm 45 \cdot 10^{-6}$.



G.709/Y.1331_F18-6

Figure 18-6/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'OPUk-16v pour le mappage d'un signal CBR

Le préfixe d'OPUk-16v pour ces mappages se compose de: X fois ($X = 16$) un identificateur de structure de charge utile (PSI), qui contient le type de charge utile (PT) et le type de charge utile de concaténation virtuelle (vcPT); X fois le préfixe de concaténation virtuelle (VCOH); de 4×3 octets de commande de justification (JC) et de 4×1 octet d'opportunité de justification négative (NJO) par rangée. Les octets JC se composent de 2 bits pour la commande de justification et de 6 bits réservés pour future normalisation internationale.

La charge utile d'OPUk-16v se compose, pour ces mappages, de 4 blocs de 4×15232 octets, y compris 4×1 octet d'opportunité de justification positive (PJO) par rangée.

Les signaux de commande de justification (JC), qui sont situés aux emplacements indiqués dans la Figure 18-3 (bits 7 et 8), servent à commander les deux champs d'opportunité de justification NJO et PJO qui leur font suite dans les deux colonnes suivantes de chaque rangée.

Les processus de mappage asynchrone et synchrone au niveau des bits produisent les champs JC, NJO et PJO conformément au Tableau 17-1 et au Tableau 17-2, respectivement. Le processus de démappage interprète les champs JC, NJO et PJO conformément au Tableau 17-3. La logique élective (deux sur trois) doit être utilisée pour prendre la décision de justification au cours du processus de démappage afin de prévenir toute erreur dans l'un des trois signaux JC.

La valeur contenue dans les champs NJO et PJO est constituée uniquement de zéros lorsque ces octets sont utilisés pour la justification. Le récepteur est obligé de ne pas tenir compte de la valeur contenue dans ces octets s'ils sont utilisés comme octets de justification.

Lors d'un état de panne de signal client CBR entrant (par exemple, en cas de perte du signal d'entrée), ce signal entrant défaillant est remplacé par le signal AIS générique qui est spécifié au § 16.6.1 puis est mappé dans l'unité OPUk-16v.

Lors d'un état de panne du signal ODUk/OPUk-16v entrant (par exemple, en cas d'état ODUk-AIS, ODUk-LCK, ODUk-OCI), la structure AIS générique qui est spécifiée au § 16.6.1 est produite en tant que signal de remplacement du signal CBR perdu.

Mappage asynchrone

Le signal OPUk-16v de mappage asynchrone est créé à partir d'un rythme produit localement (dans les limites spécifiées dans le Tableau 7-3), qui est indépendant du signal client de débit CBR (c'est-à-dire $4^{(k+1)} \times 2\,488\,320$ kbit/s).

Le signal CBR (c'est-à-dire $4^{(k+1)} \times 2\,488\,320$ kbit/s) est mappé dans l'unité OPUk-16v au moyen d'un plan de justification de type positif/négatif/zéro (pnz).

Mappage synchrone au niveau des bits

Le rythme d'unité OPUk-16v pour le mappage synchrone au niveau des bits est déduit du signal client CBR. Lors de conditions de panne du signal CBR entrant (par exemple, en cas de perte du signal d'entrée), le débit du signal de charge utile d'OPUk-16v doit être conforme aux limites spécifiées dans le Tableau 7-3 et aucune discontinuité ne doit être introduite, que ce soit en terme de fréquence ou en terme de phase de trame. La resynchronisation du signal CBR entrant doit être effectuée sans introduire de discontinuité de fréquence ou de phase de trame.

Le signal CBR (c'est-à-dire $4^{(k+1)} \times 2\,488\,320$ kbit/s) est mappé dans l'unité OPUk-16v sans utilisation de la capacité de justification dans la trame OPUk-16v: le champ NJO contient quatre octets de justification, le champ PJO contient quatre octets de données et le signal JC est fixé à 00.

18.2.2.1 Mappage d'un signal CBR40G (par exemple, STM-256) dans une unité OPU1-16v

Des groupes de 8 bits successifs (ne formant pas nécessairement un octet) du signal CBR40G sont mappés dans un octet de données (D) de l'unité OPU1-16v (voir Figure 18-7). A chaque rangée de l'unité OPU1-16v (et donc seize fois par trame OPU1-16v), il est possible d'effectuer une justification positive ou négative.

Rec. UIT-T I.432.1). Cet embrouilleur fonctionne pendant la durée du champ d'informations de cellule. Pendant l'en-tête de 5 octets, le fonctionnement de l'embrouilleur est suspendu et l'état d'embrouillage est mémorisé. La première cellule transmise au démarrage sera corrompue car le désembrouilleur situé à l'extrémité réceptrice ne sera pas synchronisé avec l'embrouilleur de l'émetteur. L'embrouillage du champ d'informations de cellule est nécessaire afin de sécuriser contre un cadrage incorrect des cellules et une reprise du signal de verrouillage de trames OTUk ou ODUk dans le champ d'informations de cellule.

Lors de l'extraction du train de cellules ATM de la zone de charge utile OPUk-Xv après les fermetures d'unité ODUk, les cellules ATM doivent être reconstituées. L'en-tête de cellule ATM contient un champ de contrôle d'erreur dans l'en-tête (HEC) qui peut être utilisé comme un mot de verrouillage de trames afin de réaliser le cadrage de cellule. Cette méthode de contrôle HEC utilise la corrélation entre les bits d'en-tête à protéger par HEC (32 bits) et le bit de commande HEC (8 bits) qui est introduit dans l'en-tête après calcul au moyen du polynôme générateur $g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$ avec contrôle cyclique abrégé.

Le reste de ce polynôme est ensuite ajouté à la séquence fixe "01010101" afin d'améliorer la qualité en terme de cadrage de cellules. Cette méthode est semblable à la reprise conventionnelle du verrouillage de trames, dans laquelle le signal de verrouillage n'est pas fixe mais variable de cellule en cellule.

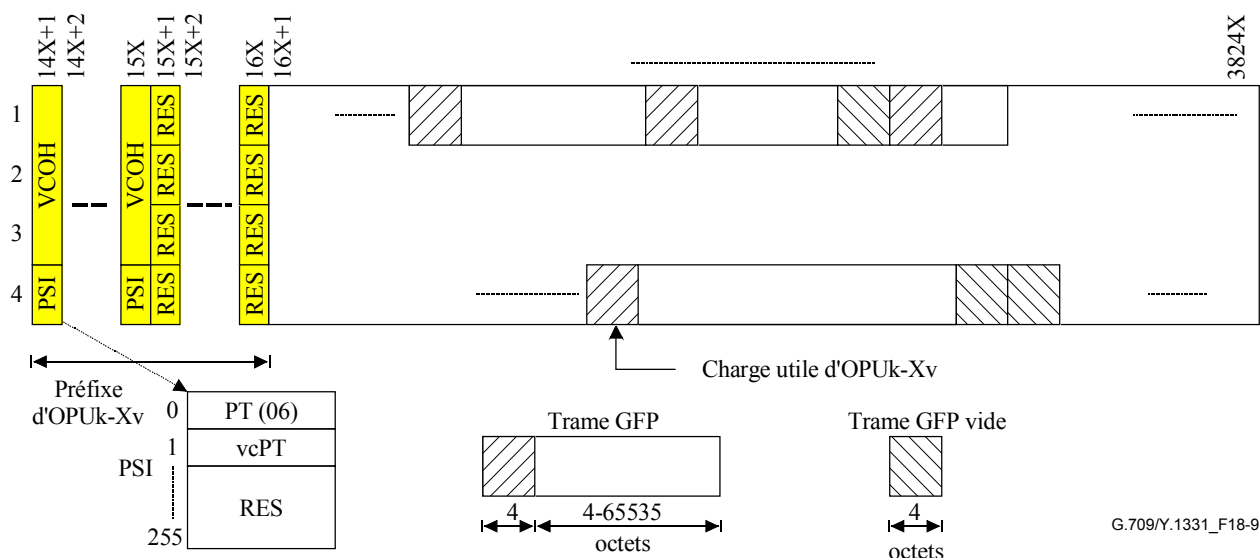
De plus amples informations sur le cadrage de cellule par commande HEC sont données dans la Rec. UIT-T I.432.1.

Le préfixe d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage ATM: de X fois un identificateur de structure de charge utile (PSI) qui contient le type de charge utile (PT) et le type de charge utile de concaténation virtuelle (vcPT); de X fois 3 octets de préfixe de concaténation virtuelle (VCOH); et de X fois 4 octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage ATM, de $4X \times 3808$ octets.

18.2.4 Mappage de trames GFP dans une unité OPUk-Xv

Le mappage de trames GFP (procédure générique de verrouillage de trames (GFP, *generic framing procedure*)) consiste à aligner la structure d'octets de chaque trame GFP sur la structure d'octets de la charge utile d'unité OPUk-Xv (voir Figure 18-9). Comme les trames GFP ont une longueur variable (le mappage n'impose aucune restriction à la longueur maximale de trame), une trame GFP peut déborder la limite de trame d'unité OPUk. Une trame GFP se compose d'un en-tête GFP et d'une zone de charge utile GFP.



G.709/Y.1331_F18-9

Figure 18-9/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk-Xv et mappage de trames GFP dans une unité OPUk-Xv

Les trames GFP arrivent sous la forme d'un flux continu d'éléments binaires avec une capacité qui est identique à la zone de charge utile d'OPUk-Xv, en raison de l'insertion de trames GFP vides au stade de l'encapsulation de ces trames. Le train de trames GFP est embrouillé au cours de l'encapsulation.

NOTE – Aucune adaptation de débit ni aucun embrouillage n'est requis au stade du mappage. Ces opérations sont effectuées par le processus d'encapsulation GFP.

Le préfixe d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage GFP, de: X fois un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et le type de charge utile de concaténation virtuelle (vcPT); X fois 3 octets de préfixe de concaténation virtuelle (VCOH); et X fois 4 octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage GFP, de $4X \times 3808$ octets.

18.2.5 Mappage du signal d'essai dans l'unité OPUk-Xv

18.2.5.1 Mappage d'un client NULL dans l'unité OPUk-Xv

Un signal de charge utile d'OPUk-Xv, de structure entièrement composée de zéros (voir Figure 18-10), est défini aux fins des essais. Ce signal est considéré comme étant le client NULL.

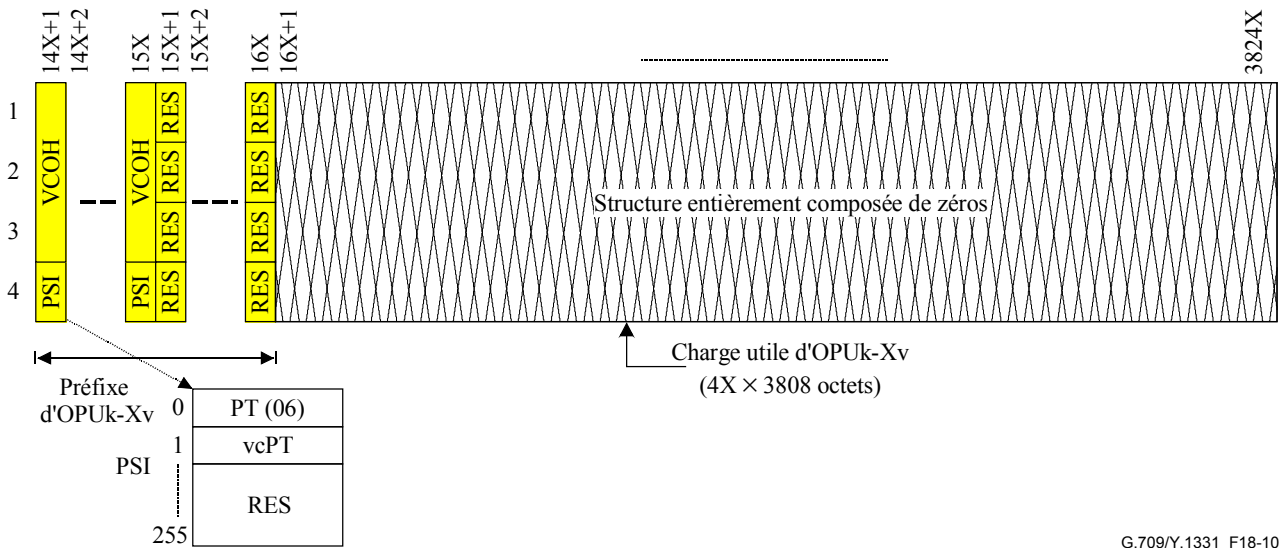


Figure 18-10/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'OPUk-Xv et mappage du client NULL dans l'OPUk-Xv

Le préfixe d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage NULL, de: X fois un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et le type de charge utile de concaténation virtuelle (vcPT); X fois 3 octets de préfixe de concaténation virtuelle (VCOH); et X fois 4 octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage NULL, de $4X \times 3808$ octets.

18.2.5.2 Mappage du signal d'essai de séquence PRBS dans l'unité OPUk-Xv

Aux fins des essais, une séquence d'essai pseudo-aléatoire de 2 147 483 647 bits ($2^{31} - 1$), telle que spécifiée au 5.8/O.150, peut être mappée dans la charge utile d'OPUk-Xv. Des groupes de 8 bits successifs de ce signal de séquence d'essai pseudo-aléatoire de 2 147 483 647 bits sont mappés dans les 8 éléments binaires de données (c'est-à-dire dans un octet) de la charge utile d'unité ODU3 (voir Figure 18-11).

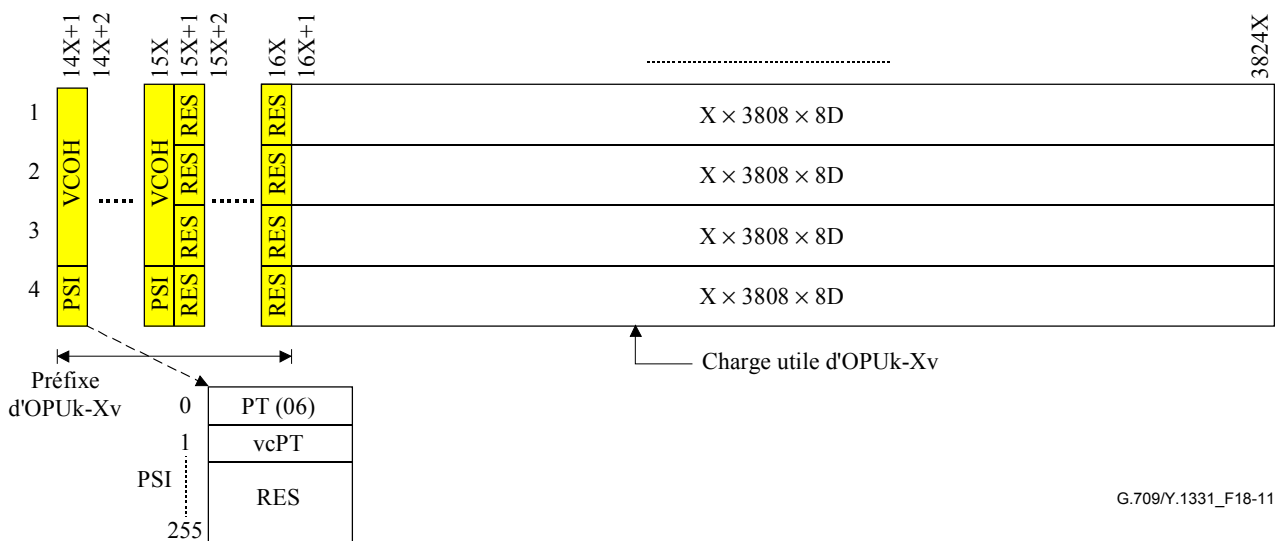


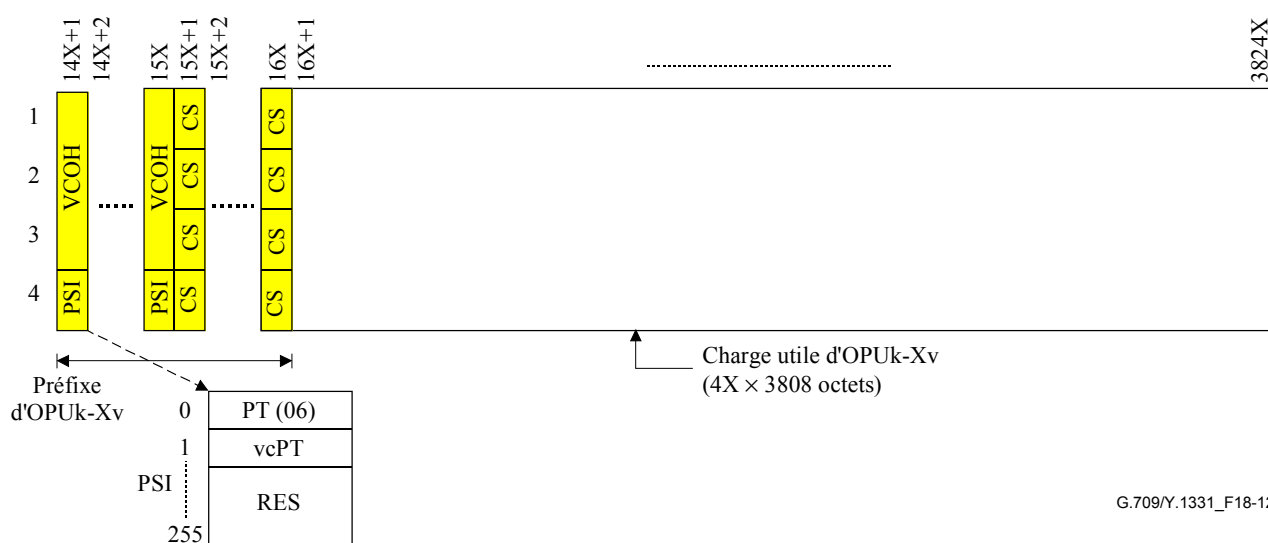
Figure 18-11/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'OPUk-Xv et mappage de la séquence d'essai pseudo-aléatoire de 2 147 483 647 bits dans l'OPUk-Xv

Le préfixe d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage PRBS, de: X fois un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et le type de charge utile de concaténation virtuelle (vcPT); X fois 3 octets de préfixe de concaténation virtuelle (VCOH); et X fois 4 octets réservés pour future normalisation internationale (RES).

La charge utile d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage PRBS, de $4X \times 3808$ octets.

18.2.6 Mappage d'un train de bits client non spécifique dans l'unité OPUk-Xv

En plus des mappages de signaux clients spécifiques comme spécifié dans les autres paragraphes du présent paragraphe, l'on spécifie un mappage client non spécifique dans l'unité OPUk-Xv. Tout (ensemble de) signal client (signaux clients) peut, après encapsulation dans un flux binaire continu au débit de la charge utile d'unité OPUk-Xv, être mappé dans la charge utile d'OPUk-Xv (voir Figure 18-12). Ce flux binaire doit toujours être synchrone avec le signal OPUk-Xv. Une éventuelle justification doit être incluse lors du processus de création du flux binaire continu. Celui-ci doit être embrouillé avant mappage dans la charge utile d'OPUk-Xv.



G.709/Y.1331_F18-12

Figure 18-12/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'OPUk-Xv pour le mappage d'un flux binaire constant et synchrone

Le préfixe d'OPUk-Xv se compose, pour le mappage, de: X fois un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et le type de charge utile de concaténation virtuelle (vcPT); X fois 3 octets de préfixe de concaténation virtuelle (VCOH); et X fois 4 octets réservés pour les besoins clients spécifiques (CS). La définition de ces octets de préfixe CS est effectuée dans le cadre du processus d'encapsulation.

La charge utile d'OPUk-Xv se compose, pour ce mappage non spécifique, de $4X \times 3808$ octets.

18.2.6.1 Mappage de flux binaire avec rythme des octets dans l'OPUk-Xv

Si le rythme des octets est disponible, chaque octet du flux entrant de données sera mappé dans un octet de données de la charge utile d'OPUk-Xv.

18.2.6.2 Mappage de flux binaire sans rythme des octets dans l'OPUk-Xv

Si le rythme des octets n'est pas disponible, des groupes de 8 bits successifs (ne formant pas nécessairement un octet) du flux entrant de données seront mappés dans un octet de données de la charge utile d'OPUk-Xv.

18.3 Système LCAS pour concaténation virtuelle

Voir la Rec. UIT-T G.7042/Y.1305.

19 Mappage de signaux ODUk dans le signal ODTUjk

19.1 Définition d'intervalle d'affluent d'unité OPUk

L'unité OPUk est divisée en un certain nombre d'intervalles d'affluent (TS) qui sont eux-mêmes entrelacés dans l'unité OPUk. Un intervalle d'affluent comporte une zone de préfixe OPUk et une partie de la zone de charge utile d'OPUk. Les octets de la trame ODUj sont mappés dans cette zone de charge utile d'OPUk de l'intervalle d'affluent. Les octets du préfixe de justification du signal ODTUjk sont mappés dans la zone de préfixe d'OPUk.

19.1.1 Attribution des intervalles d'affluent d'OPU2

La Figure 19-1 présente l'attribution des intervalles d'affluent d'OPU2. Un intervalle d'affluent d'OPU2 occupe 25% de la zone de charge utile d'OPU2. C'est une structure comportant 952 colonnes sur 4 rangées. Les quatre intervalles d'affluent d'OPU2 sont entrelacés au niveau des octets dans la zone de charge utile d'OPU2.

Tableau 19-1/G.709/Y.1331 – Intervalles d'affluent à préfixe de justification d'OPU2

MFAS		TS à JOH
bits	7 8	
	0 0	1
	0 1	2
	1 0	3
	1 1	4

19.1.2 Attribution d'intervalle d'affluent d'OPU3

La Figure 19-2 présente l'attribution des intervalles d'affluent d'OPU3. Chaque intervalle d'affluent d'OPU3 occupe 6,25% de la zone de charge utile d'OPU3. C'est une structure de 238 colonnes sur 4 rangées (voir Figure 19-3). Le 16^e intervalle d'affluent d'OPU3 est entrelacé au niveau des octets dans la zone de charge utile d'OPU3.

MFAS
bits
5678

		Colonne				
		1	.....	15	16	
Rangée	1111	1			JOHTS 16	
		2			OPU3 TribSlot 1	
		3			OPU3 TribSlot 2	
		4		PSI	OPU3 TribSlot 3	
	0000	1			JOHTS 1	OPU3 TribSlot 1
		2			OPU3 TribSlot 2	OPU3 TribSlot 2
		3			OPU3 TribSlot 3	OPU3 TribSlot 3
		4		PSI	OPU3 TribSlot 4	OPU3 TribSlot 4
	0001	1			JOHTS 2	OPU3 TribSlot 1
		2			OPU3 TribSlot 2	OPU3 TribSlot 2
		3			OPU3 TribSlot 3	OPU3 TribSlot 3
		4		PSI	OPU3 TribSlot 4	OPU3 TribSlot 4
	Rangée	1110	1			JOHTS 15
			2			OPU3 TribSlot 1
			3			OPU3 TribSlot 2
			4		PSI	OPU3 TribSlot 3
1111		1			JOHTS 16	OPU3 TribSlot 1
		2			OPU3 TribSlot 2	OPU3 TribSlot 2
		3			OPU3 TribSlot 3	OPU3 TribSlot 3
		4		PSI	OPU3 TribSlot 4	OPU3 TribSlot 4
0000		1			JOHTS 1	OPU3 TribSlot 1
		2			OPU3 TribSlot 2	OPU3 TribSlot 2
		3			OPU3 TribSlot 3	OPU3 TribSlot 3
		4		PSI	OPU3 TribSlot 4	OPU3 TribSlot 4

		Colonne				
		1	.....	31	32
Rangée	1111	1			OPU3 TribSlot 15	
		2			OPU3 TribSlot 16	
		3			OPU3 TribSlot 1	
		4		PSI	OPU3 TribSlot 2	
	0000	1			JOHTS 1	OPU3 TribSlot 1
		2			OPU3 TribSlot 2	OPU3 TribSlot 2
		3			OPU3 TribSlot 3	OPU3 TribSlot 3
		4		PSI	OPU3 TribSlot 4	OPU3 TribSlot 4

		Colonne				
		1	.....	31	32	
Rangée	1110	1			OPU3 TribSlot 15	
		2			OPU3 TribSlot 16	
		3			OPU3 TribSlot 1	
		4		PSI	OPU3 TribSlot 2	
	1111	1			JOHTS 16	OPU3 TribSlot 1
		2			OPU3 TribSlot 2	OPU3 TribSlot 2
		3			OPU3 TribSlot 3	OPU3 TribSlot 3
		4		PSI	OPU3 TribSlot 4	OPU3 TribSlot 4
	0000	1			JOHTS 1	OPU3 TribSlot 1
		2			OPU3 TribSlot 2	OPU3 TribSlot 2
		3			OPU3 TribSlot 3	OPU3 TribSlot 3
		4		PSI	OPU3 TribSlot 4	OPU3 TribSlot 4

G.709/Y.1331_F19-2

Figure 19-2/G.709/Y.1331 – Attribution des intervalles d'affluent d'OPU3

Par ailleurs, le préfixe de justification (JOH), composé des signaux de commande de justification (JC) et d'opportunité de justification négative (NJO) des 16 intervalles d'affluent d'OPU3, est situé dans la zone de préfixe, colonne 16 des rangées 1 à 4. Ce préfixe JOH est attribué trame par trame aux intervalles d'affluent associés trame.

Le préfixe JOH d'un intervalle d'affluent est disponible 1 trame sur 16. Une structure de multitrame à 16 trames est utilisée pour cette attribution. Elle est verrouillée sur les bits 5, 6, 7 et 8 de l'octet du signal MFAS, comme indiqué dans le Tableau 19-2.

Tableau 19-2/G.709/Y.1331 – Intervalles d'affluent à préfixe de justification d'OPU3

MFAS				TS à JOH	MFAS				TS à JOH
bits	5	6	7 8		bits	5	6 7 8		
	0	0	0 0	1		1	0 0 0	9	
	0	0	0 1	2		1	0 0 1	10	
	0	0	1 0	3		1	0 1 0	11	
	0	0	1 1	4		1	0 1 1	12	
	0	1	0 0	5		1	1 0 0	13	
	0	1	0 1	6		1	1 0 1	14	
	0	1	1 0	7		1	1 1 0	15	
	0	1	1 1	8		1	1 1 1	16	

19.2 Définition du signal ODTU_{jk}

19.2.1 Unité ODTU12

L'unité d'affluents de données de canal optique 12 (ODTU12) est une structure comportant 952 colonnes sur 16 (4 × 4) rangées plus 1 colonne de préfixe de justification (JOH). Elle transporte un signal ODU1 justifié. La structure de l'unité OTU12 est illustrée sur la Figure 19-11. L'emplacement de la colonne de préfixe JOH dépend de l'intervalle d'affluent d'OPU2 utilisé lors du multiplexage de l'unité ODTU12 dans l'unité OPU2 (voir § 19.1.1).

19.2.2 Unité ODTU13

L'unité d'affluents de données de canal optique 13 (ODTU13) est une structure comportant 238 colonnes sur 16 fois 4 rangées plus 1 colonne de préfixe de justification (JOH). Elle transporte un signal ODU1 justifié. La structure de l'unité OTU13 est illustrée sur la Figure 19-12. L'emplacement de la colonne de préfixe JOH dépend de l'intervalle d'affluent d'OPU3 utilisé lors du multiplexage de l'unité ODTU13 dans l'unité OPU3 (voir § 19.1.2).

19.2.3 Unité ODTU23

L'unité d'affluents de données de canal optique 23 (ODTU23) est une structure comportant 952 colonnes sur 16 fois 4 rangées plus 1 colonne de préfixe de justification (JOH). Elle transporte un signal ODU2 justifié. La structure de l'unité OTU13 est illustrée sur la Figure 19-13. L'emplacement de la colonne de préfixe JOH dépend de l'intervalle d'affluent d'OPU3 utilisé lors du multiplexage de l'unité ODTU23 dans l'unité OPU3 (voir § 19.1.2). Ces unités peuvent ne pas être réparties uniformément.

19.3 Multiplexage de signaux ODTU_{jk} dans l'unité OPU_k

Le multiplexage d'un signal ODTU12 dans une unité OPU2 est réalisé par mappage du signal ODTU12 dans un des quatre intervalles d'affluents d'OPU2.

Le multiplexage d'un signal ODTU13 dans une unité OPU3 est réalisé par mappage du signal ODTU13 dans un des seize intervalles d'affluents d'OPU3.

Le multiplexage d'un signal ODTU23 dans une unité OPU3 est réalisé par mappage du signal ODTU23 dans quatre (des seize) intervalles d'affluents arbitraires d'OPU3: T_{Sa}, T_{Sb}, T_{Sc} et T_{Sd} d'OPU3 avec $1 \leq a < b < c < d \leq 16$.

NOTE – Les intervalles a, b, c et d peuvent ne pas être séquentiels ($a = i, b = i + 1, c = i + 2, d = i + 3$); les valeurs peuvent être choisies arbitrairement afin d'éviter la fragmentation de la largeur de bande.

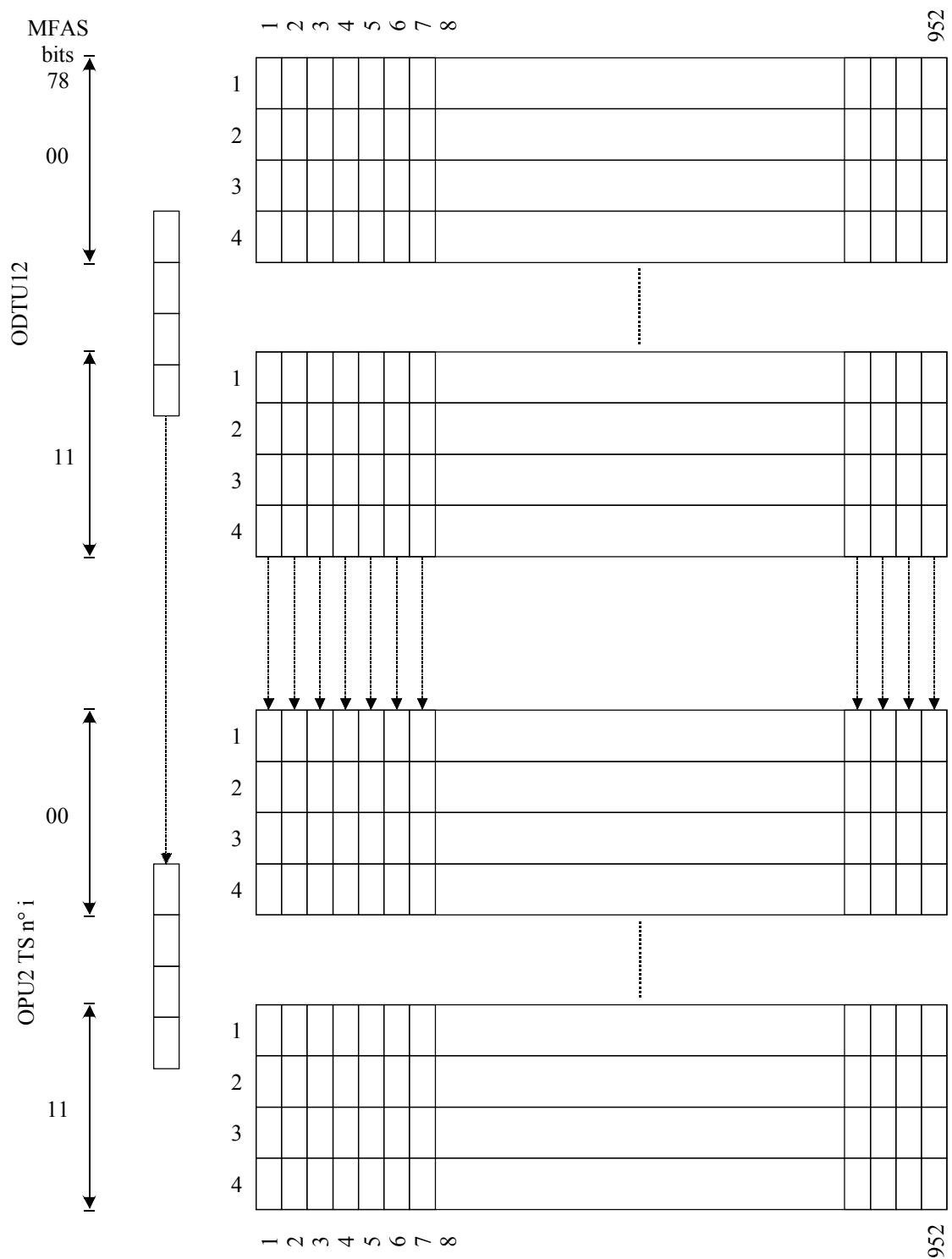
Le préfixe d'OPU_k se compose, pour ces signaux multiplexés, d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) contenant le type de charge utile (PT) et l'identificateur de structure multiplex (MSI, *multiplex structure identifier*); de trois octets de commande de justification (JC); d'un octet d'opportunité de justification négative (NJO); et de trois octets réservés pour future normalisation internationale (RES). L'octet JC se compose de deux bits pour la commande de justification et de six bits réservés pour future normalisation internationale.

Les 3 octets du signal de commande de justification (JC), situés dans les rangées/colonnes/trames indiquées dans les Figures 19-1 et 19-2, sont utilisés pour commander les trois octets d'opportunité de justification NJO, PJO1 et PJO2 qui suivent dans la rangée 4.

19.3.1 Mappage d'unité ODTU12 dans un seul intervalle d'affluent d'OPU2

Un octet du signal ODTU12 est mappé dans un octet d'intervalle d'affluent d'OPU2 n° *i* (*i* = 1,2,3,4), comme indiqué dans la Figure 19-3 pour un groupe de 4 rangées parmi celles de l'unité ODTU12.

Un octet du préfixe JOH d'ODTU12 est mappé dans un octet de préfixe JOH à l'intérieur du préfixe d'OPU2 attribué à l'intervalle d'affluent n° *i* de l'unité OPU2.



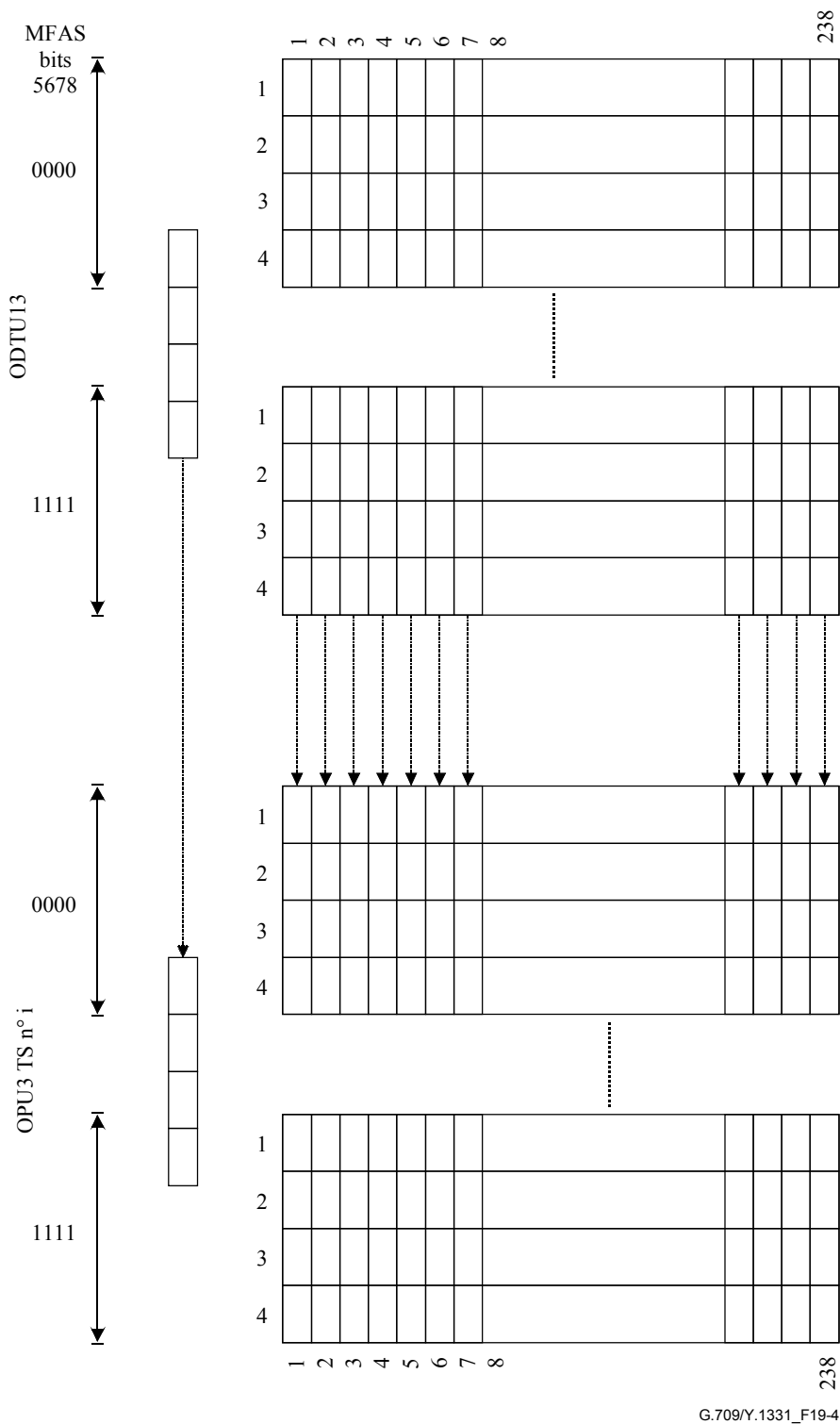
G.709/Y.1331_F19-3

Figure 19-3/G.709/Y.1331 – Mappage d'unité ODTU12 (sauf JOH) dans un intervalle d'affluent d'OPU2

19.3.2 Mappage d'unité ODTU13 dans un seul intervalle d'affluent d'OPU3

Un octet du signal ODTU13 est mappé dans un octet d'intervalle d'affluent d'OPU3 n° i ($i = 1, 2, \dots, 16$), comme indiqué dans la Figure 19-4 pour un groupe de 4 rangées parmi celles de l'unité ODTU13.

Un octet du préfixe JOH d'ODTU13 est mappé dans un octet de préfixe JOH à l'intérieur du préfixe d'OPU3 attribué à l'intervalle d'affluent n° i de l'unité OPU3.



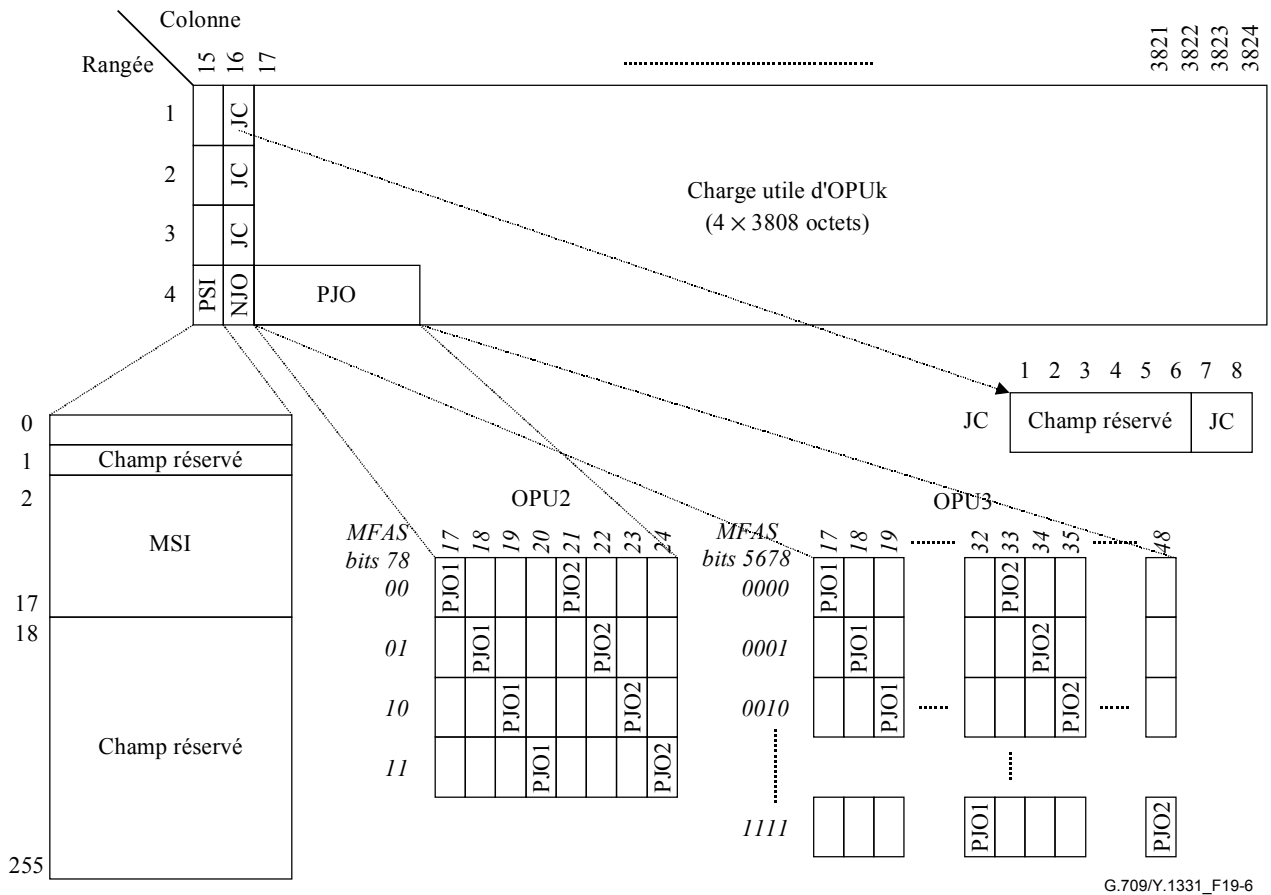
G.709/Y.1331_F19-4

Figure 19-4/G.709/Y.1331 – Mappage d'unité ODTU13 (sauf JOH) dans un intervalle d'affluent d'OPU3

19.3.3 Mappage d'unité ODTU23 dans quatre intervalles d'affluent d'OPU3

Un octet du signal ODTU23 est mappé dans un octet d'un intervalle d'affluent d'OPU3 sur quatre n° A,B,C,D (A,B,C, D = 1,2,...,16), comme indiqué dans la Figure 19-5 pour un groupe de 4 rangées parmi celles de l'unité ODTU23.

Un octet du préfixe JOH d'ODTU23 est mappé dans un octet de préfixe JOH à l'intérieur du préfixe d'OPU3 attribué à l'intervalle d'affluent n° a,b,c,d de l'unité OPU3.



G.709/Y.1331_F19-6

Figure 19-6/G.709/Y.1331 – Préfixe de multiplex d'unités OPUk

19.4.1 Identificateur de structure multiplex d'OPUk (MSI)

Le préfixe d'identificateur de structure multiplex (MSI), qui code la structure multiplex d'ODU dans l'OPU, est situé dans la zone spécifique de mappage du signal PSI (PSI[2] .. PSI[17]). L'identificateur MSI indique le contenu de chaque intervalle d'affluent (TS) d'une unité OPU. Le codage générique de chaque intervalle TS est représenté dans la Figure 19-7. Un seul octet est utilisé pour chaque TS.

- Les bits 1 et 2 indiquent le type d'unité ODU transporté dans le TS.
- Les bits 3 à 8 indiquent l'accès d'affluent de l'unité ODU transportée. Cela peut servir en cas d'attribution flexible d'unités ODU à des intervalles d'affluent (par exemple, ODU2 dans OPU3). En cas d'attribution fixe, le numéro d'accès d'affluent correspond à celui de l'intervalle d'affluent.

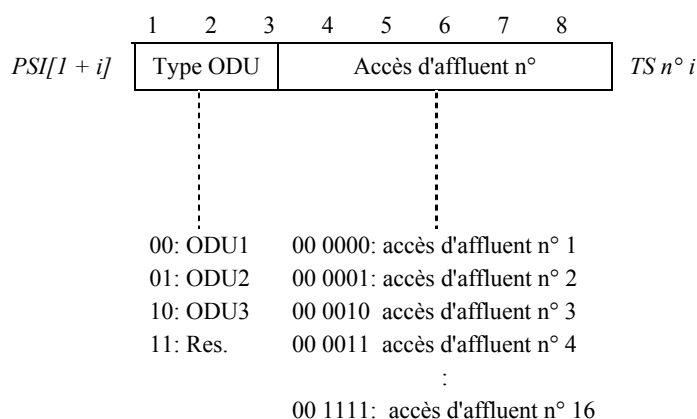


Figure 19-7/G.709/Y.1331 – Codage générique d'identificateur MSI

19.4.1.1 Identificateur de structure multiplex (MSI) d'OPU2

La Figure 19-8 montre l'utilisation de 4 octets du champ PSI pour les 4 intervalles d'affluent d'OPU2.

- Le type d'unité ODU est fixe (ODU1).
- Le numéro d'accès d'affluent se rapporte à l'unité ODU1 qui est transportée dans l'intervalle TS considéré; l'attribution des accès aux intervalles d'affluent est fixe et le numéro d'accès est celui de l'intervalle d'affluent.

Les 12 octets restants du champ MSI ($PSI[6]$ à $PSI[17]$) sont inutilisés. Ils sont mis à 0 et ignorés par le récepteur.

	1	2	3	4	5	6	7	8		
$PSI[2]$	00		00 0000							$TS1$
$PSI[3]$	00		00 0001							$TS2$
$PSI[4]$	00		00 0010							$TS3$
$PSI[5]$	00		00 0011							$TS4$

Figure 19-8/G.709/Y.1331 – Codage d'identificateur MSI d'OPU2

19.4.1.2 Identificateur de structure multiplex (MSI) d'OPU3

La Figure 19-9 montre l'utilisation de 16 octets du champ PSI pour les 16 intervalles d'affluent d'OPU3.

- Le type d'unité ODU indique si l'intervalle TS d'OPU3 transporte une unité ODU1 ou ODU2.
- Le numéro d'accès d'affluent se rapporte à l'unité ODU1/2 qui est transportée dans l'intervalle TS considéré; dans le cas d'une unité ODU2, une attribution flexible des accès d'affluent aux intervalles d'affluent est possible; dans le cas d'une unité ODU1, cette attribution est fixe et le numéro d'accès est égal au numéro d'intervalle. Les accès d'affluent d'ODU2 sont numérotés de 1 à 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>PSI[2]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS1</i>	
<i>PSI[3]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS2</i>	
<i>PSI[4]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS3</i>	
<i>PSI[5]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS4</i>	
<i>PSI[6]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS5</i>	
<i>PSI[7]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS6</i>	
<i>PSI[8]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS7</i>	
<i>PSI[9]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS8</i>	
<i>PSI[10]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS9</i>	
<i>PSI[11]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS10</i>	
<i>PSI[12]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS11</i>	
<i>PSI[13]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS12</i>	
<i>PSI[14]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS13</i>	
<i>PSI[15]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS14</i>	
<i>PSI[16]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS15</i>	
<i>PSI[17]</i>	Type d'ODU	Accès d'affluent n°						<i>TS16</i>	

G.709/Y.1331_F19-9

Figure 19-9/G.709/Y.1331 – Codage d'identificateur MSI d'OPU3

19.4.2 Préfixe réservé (RES) dans l'identificateur de structure de charge utile d'OPUk

239 octets sont réservés dans l'identificateur PSI d'unité OPUk pour future normalisation internationale. Ces octets sont situés dans les champs PSI[1] et PSI[18] à [PSI255] du préfixe d'unité OPUk. Ces octets sont mis à ZÉRO partout.

19.4.3 Préfixe de justification (JOH) de multiplex d'unités OPUk

Le préfixe de justification (JOH) situé dans la colonne 16 de l'unité OPUk se compose, comme indiqué dans la Figure 19-6, de 3 octets de commande de justification (JC) et d'un octet d'opportunité de justification négative (NJO). Les 3 octets JC sont situés dans les rangées 1, 2 et 3. L'octet NJO est situé dans la rangée 4.

Les bits 7 et 8 de chaque octet JC sont utilisés pour la commande de justification. Les six autres bits sont réservés pour future normalisation internationale.

19.5 Mappage de signaux ODUj dans le signal ODTUjk

Le mappage de signaux ODUj (avec une tolérance sur le débit inférieure ou égale à $\pm 20 \cdot 10^{-6}$) dans le signal ODTUjk ($j = 1,2$; $k = 2,3$) est effectué en mode asynchrone.

NOTE 1 – La tolérance maximale sur le débit entre l'unité OPUk et le rythme du signal ODUj, pouvant être prise en charge par ce système de mappage, est de -113 à $+83 \cdot 10^{-6}$ (ODU1 dans OPU2), -96 à $+101 \cdot 10^{-6}$ (ODU1 dans OPU3) et -95 à $+101 \cdot 10^{-6}$ (ODU2 dans OPU3).

Le signal ODUj est étendu par le préfixe de verrouillage de trames comme spécifié au § 15.6.2.1 et au § 15.6.2.2 et par une structure tout en zéros dans le champ de préfixe d'OTUj (voir Figure 19-10).

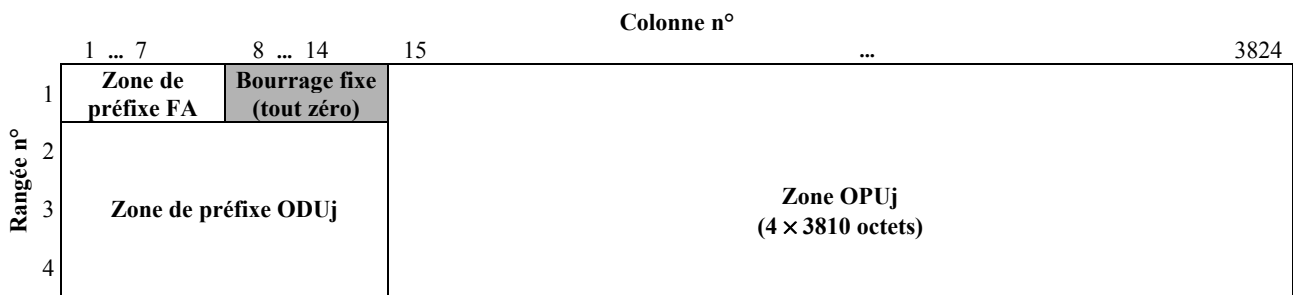


Figure 19-10/G.709/Y.1331 – Structure de trame ODUj étendue (avec préfixe FA et bourrage fixe dans la zone de préfixe OTUj)

Le signal OPUk pour la structure ODUj multiplexée est créé à partir d'un rythme produit localement (dans les limites spécifiées par le Tableau 7-3). Ce rythme est indépendant des signaux clients ODUj (j = 1,2).

Le signal ODUj étendu est adapté au rythme ODUk produit localement, au moyen d'un mappage asynchrone avec un système de justification de type -1/0/+1/+2 positif/négatif/zéro (pnz).

Un octet ODUj est mappé dans un octet ODTUjk.

Le processus de mappage asynchrone produit – et le processus de démappage interprète – les champs JC, NJO, PJO1 et PJO2 conformément au Tableau 19-3. La logique élective (deux sur trois) doit être utilisée afin de prendre la décision de justification lors du processus de démappage afin de protéger contre une erreur dans l'un des trois signaux JC.

Tableau 19-3/G.709/Y.1331 – Production et interprétation des champs JC, NJO, PJO1 et PJO2

JC 7 8	NJO	PJO1	PJO2	Interprétation
0 0	Octet de justification	Octet de données	Octet de données	Pas de justification (0)
0 1	Octet de données	Octet de données	Octet de données	Justification négative (-1)
1 0	Octet de justification	Octet de justification	Octet de justification	Double justification positive (+2)
1 1	Octet de justification	Octet de justification	Octet de données	Justification positive (+1)

La valeur contenue dans les champs NJO, PJO1 et PJO2, s'ils sont utilisés comme octets de justification, est constituée uniquement de zéros. Le récepteur est tenu de négliger la valeur contenue dans ces octets lorsque ceux-ci sont utilisés comme octets de justification.

Lors d'un état de panne de signal client ODUj entrant (par exemple, OTUj-LOF), ce signal entrant en panne contiendra le signal ODUj-AIS, qui est spécifié au § 16.5.1 et qui est ensuite mappé dans le signal ODTUjk.

Si le signal ODUj est reçu à la sortie d'une matrice de commutation (fonction de connexion d'ODUj), le signal entrant peut contenir (cas d'une connexion en matrice ouverte) le signal ODUj-OCI, qui est spécifié au § 16.5.2 et qui est ensuite mappé dans le signal ODTUjk.

NOTE 2 – Tous les équipements ne possèdent pas de fonction de connexion réelle (c'est-à-dire de matrice de commutation) implémentée. En revanche, la présence ou l'absence d'unités d'accès à l'interface avec les affluents représente la présence ou l'absence d'une connexion par matrice. Si de telles unités sont intentionnellement absentes (c'est-à-dire non installées), il y a lieu que les signaux ODTUjk associés

transportent un signal ODU_j-OCI. Si de telles unités sont installées mais sont temporairement retirées dans le cadre d'une action de réparation, il y a lieu que le signal ODTU_{jk} associé transporte un signal ODU_j-AIS.

L'unité OPU_k et donc les signaux ODTU_{jk} ($k = 2,3$) sont créés sur la base d'un rythme qui est produit localement (dans les limites spécifiées par le Tableau 17-3) et qui est indépendant du signal client ODU_j ($j = 1,2$).

Le signal ODU_j ($j = 1,2$) est mappé dans le signal ODTU_{jk} ($k = 2,3$) au moyen d'un système de justification de type $-1/0/+1/+2$ positif/négatif/zéro (pnz).

Le démappage de signaux ODU_j à partir du signal ODTU_{jk} ($j = 1,2; k = 2,3$) est effectué par extraction du signal ODU_j étendu de l'unité OPU_k sous la commande de son préfixe de justification (JC, NJO, PJO1, PJO2).

NOTE 3 – Si la sortie du signal ODU_j doit être un signal OTU_j, le verrouillage de trames du signal ODU_j étendu et extrait doit être rétabli pour permettre le mappage du signal ODU_j dans le signal OTU_j en synchronisme avec les trames.

Lors d'un état de panne du signal ODU_k/OPU_k entrant (par exemple, en cas d'état ODU_k-AIS, ODU_k-LCK, ODU_k-OCI), la structure ODU_j-AIS spécifiée au § 16.5.1 est produite comme signal de remplacement du signal ODU_j perdu.

19.5.1 Mappage du signal ODU1 dans le signal ODTU12

Un octet du signal ODU1 est mappé dans un octet d'information du signal ODTU12 (voir Figure 19-11). Une fois toutes les 4 trames OPU2, il est possible d'effectuer une action de justification positive ou négative.

La trame dans laquelle la justification peut être effectuée est associée au préfixe JOH de l'intervalle d'affluent d'OPU2 dans lequel le signal ODTU12 est mappé (voir Figure 19-1). La Figure 19-11 montre le cas d'un mappage dans l'intervalle TS1 d'OPU2.

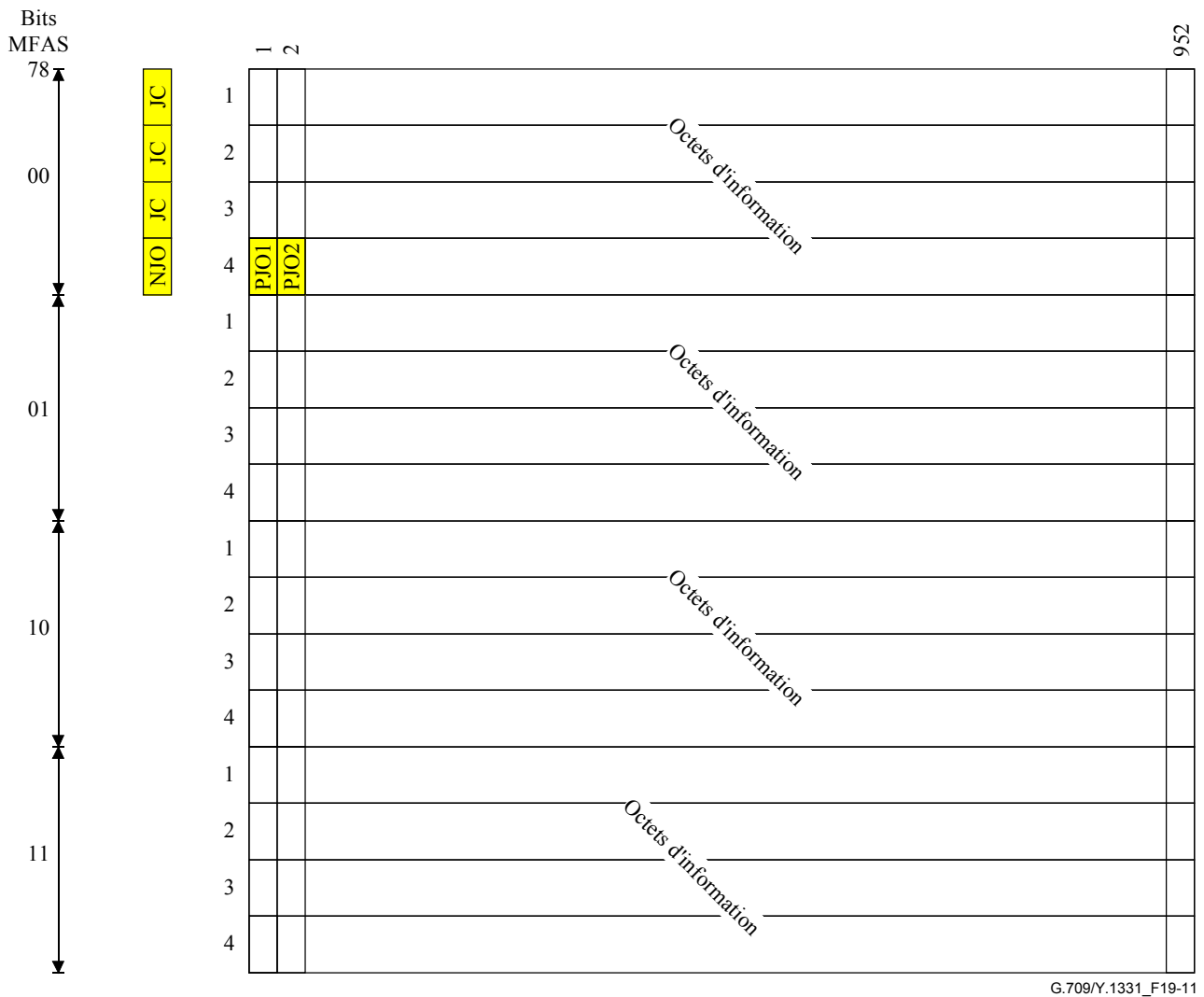


Figure 19-11/G.709/Y.1331 – Format de trame ODTU12 et mappage d'ODU1 (cas d'un mappage dans TS1)

19.5.2 Mappage du signal ODU1 dans le signal ODTU13

Un octet du signal ODU1 est mappé dans un octet d'information du signal ODTU13 (voir Figure 19-12). La colonne 119 du signal ODTU13 est un bourrage fixe. Une structure de zéros en série est insérée dans les octets de bourrage fixe. Une fois toutes les 16 trames OPU3, il est possible d'effectuer une action de justification positive ou négative.

La trame dans laquelle la justification peut être effectuée est associée au préfixe JOH de l'intervalle d'affluent d'OPU3 dans lequel le signal ODTU13 est mappé (voir Figure 19-2). La Figure 19-12 montre le cas d'un mappage dans l'intervalle TS3 d'OPU3.

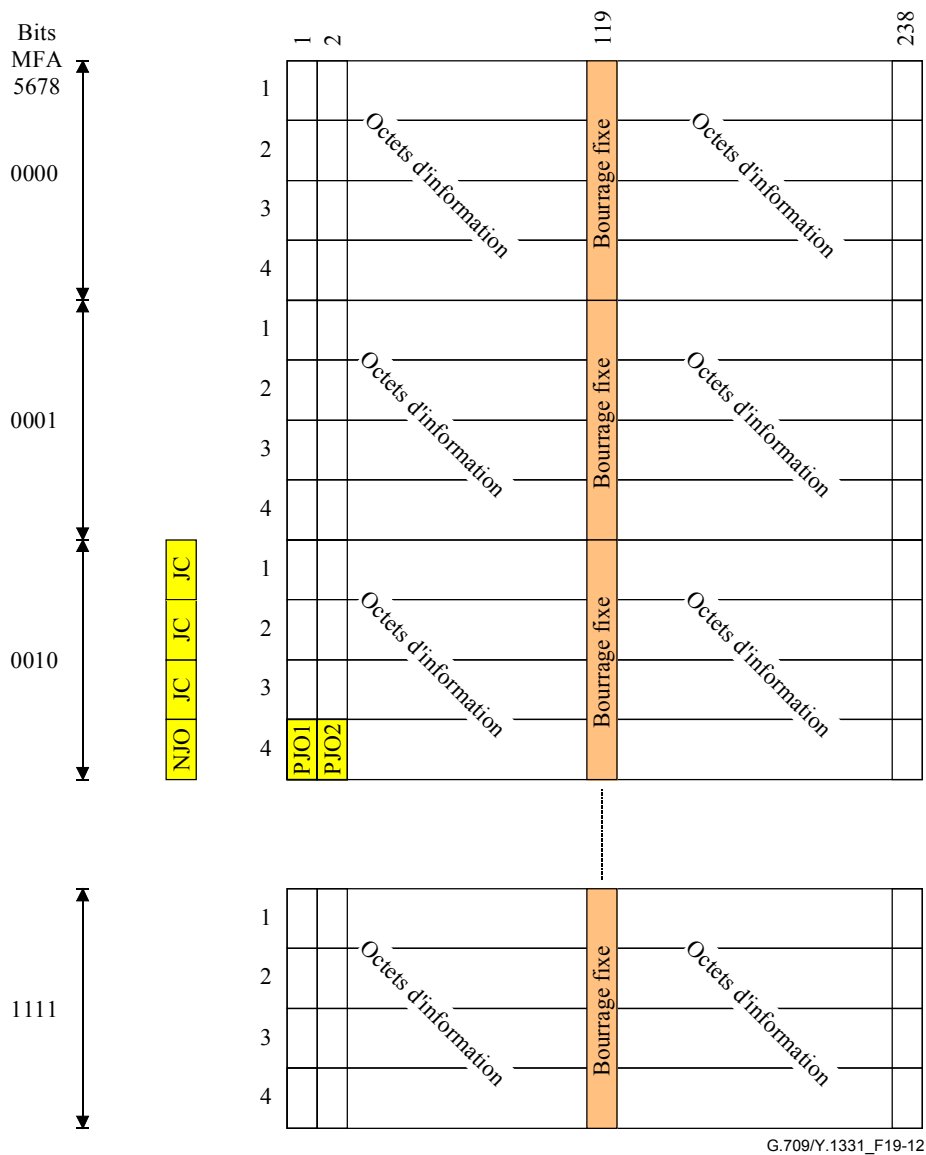


Figure 19-12/G.709/Y.1331 – Format de trame ODTU13 et mappage d'ODU1 (cas d'un mappage dans TS3)

19.5.3 Mappage du signal ODU2 dans le signal ODTU23

Un octet du signal ODU2 est mappé dans un octet d'information du signal ODTU23 (voir Figure 19-13). Quatre fois toutes les 16 trames OPU3, il est possible d'effectuer une action de justification positive ou négative.

Les quatre trames dans lesquelles la justification peut être effectuée sont associées au préfixe JOH des intervalles d'affluent d'OPU3 dans lesquels le signal ODTU23 est mappé (voir Figure 19-2). La Figure 19-13 montre le cas d'un mappage dans les intervalles TS1, TS5, TS9 et TS10 d'OPU3.

Le mot code FEC (voir Figure A.2) se compose d'octets d'information et d'octets de parité (redondance FEC) et est représenté par le polynôme:

$$C(z) = I(z) + R(z)$$

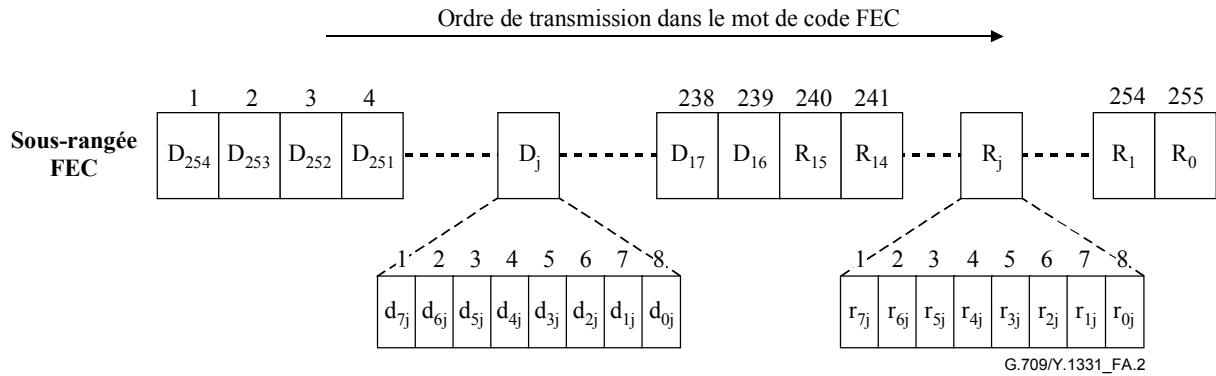


Figure A.2/G.709/Y.1331 – Mot de code FEC

Les octets d'information sont représentés par:

$$I(z) = D_{254} \cdot z^{254} + D_{253} \cdot z^{253} + \dots + D_{16} \cdot z^{16}$$

où D_j ($j = 16$ à 254) est l'octet d'information représenté par un élément parmi GF(256) et:

$$D_j = d_{7j} \cdot \alpha^7 + d_{6j} \cdot \alpha^6 + \dots + d_{1j} \cdot \alpha^1 + d_{0j}$$

le bit d_{7j} est le bit de plus fort poids et d_{0j} est le bit de plus faible poids de l'octet d'information.

D_{254} correspond à l'octet 1 de la sous-rangée FEC et D_{16} à l'octet 239.

Les octets de parité sont représentés par:

$$R(z) = R_{15} \cdot z^{15} + R_{14} \cdot z^{14} + \dots + R_1 \cdot z^1 + R_0$$

où R_j ($j = 0$ à 15) est l'octet de parité représenté par un élément parmi GF(256) et:

$$R_j = r_{7j} \cdot \alpha^7 + r_{6j} \cdot \alpha^6 + \dots + r_{1j} \cdot \alpha^1 + r_{0j}$$

Le bit r_{7j} est le bit de plus fort poids et le bit r_{0j} est le bit de plus faible poids de l'octet de parité.

R_{15} correspond à l'octet 240 dans la sous-rangée FEC et R_0 à l'octet 255.

$R(z)$ est calculé par:

$$R(z) = I(z) \bmod G(z)$$

où "mod" est le calcul modulo sur le polynôme générateur de code $G(z)$ avec des éléments extraits de GF(256). Chaque élément de GF(256) est défini par le polynôme primitif binaire $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$.

La distance de Hamming du code RS(255,239) est $d_{\min} = 17$. Le code peut faire la correction de 8 erreurs de symbole au maximum dans le mot code FEC lorsqu'il est utilisé pour la correction d'erreurs. La FEC peut détecter jusqu'à 16 erreurs de symbole dans le mot code FEC lorsqu'elle est utilisée uniquement pour la détection d'erreurs.

Appendice I

Plage des rapports de bourrage pour les mappages asynchrones des clients CBR2G5, CBR10G et CBR40G avec une tolérance de débit binaire de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ avec une unité OPUk ainsi que pour le multiplexage asynchrone d'unités ODUj dans une unité ODUk ($k > j$)

Le paragraphe 17.1 décrit les mappages asynchrones et avec synchronisation sur les bits des clients CBR2G5, CBR10G et CBR40G avec une tolérance de débit binaire de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ en signaux ODU1, ODU2 et ODU3 respectivement. Le paragraphe 19 décrit le mappage (multiplexage) asynchrone de signaux ODUj dans le signal ODUk ($k > j$). Pour les mappages asynchrones d'un client CBR, toute différence de fréquence entre l'horloge du client et l'horloge du serveur OPUk local est prise en charge par le schéma de justification +1/0/-1. Pour le multiplexage asynchrone d'unités ODUj dans une unité ODUk ($k > j$), toute différence de fréquence entre l'horloge des unités ODUj client et l'horloge du serveur OPUk local est prise en charge par le schéma de justification +2/+1/0/-1. Les débits binaires et les tolérances associés à la charge utile OPUk, à l'ODUk et à l'OTUk sont donnés au § 7.2. Les débits ODU1, ODU2 et ODU3 sont de 239/238, 239/237, et 239/236 fois 2 488 320 kbit/s, 9 953 280 kbit/s et 39 813 120 kbit/s, respectivement. Les tolérances de débit binaire ODUk sont de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$. Dans le présent appendice on montre que chaque schéma de justification peut prendre en charge ces débits binaires et ces tolérances pour les mappages respectifs et on détermine également la plage de valeurs du rapport de justification (bourrage) pour chaque mappage.

Le mappage +1/0/-1 au § 17.1 offre une opportunité de justification positive (PJO, *positive justification opportunity*) et une opportunité de justification négative (NJO, *negative justification opportunity*) dans chaque trame ODUk. Le mappage +2/+1/0/-1 au § 19 offre deux opportunités PJO et une opportunité NJO dans chaque trame ODUk. Dans le cas d'un multiplexage d'unités ODU (c'est-à-dire dans le dernier cas), l'unité ODUj qui doit être mappée ne recevra qu'une fraction de la pleine capacité de charge utile de l'unité ODUk. Il peut en général y avoir un certain nombre d'octets de bourrage fixe pour chaque unité ODUj ou chaque client CBR. Il est à noter que, dans les deux cas de mappage, il n'y a qu'une seule opportunité de bourrage par trame ODUk. Pour le mappage d'un client CBR dans une unité ODUk, le client CBR est autorisé à utiliser toutes les opportunités de bourrage (car un seul signal de client CBR est mappé dans une unité ODUk). Cependant, pour le mappage d'unités ODUj dans une unité ODUk ($k > j$), l'ODUj ne peut utiliser que 1/4 ou 1/16 des opportunités de bourrage (1/4 pour le mappage d'ODU1 dans ODU2 ou d'ODU2 dans ODU3; 1/16 pour le mappage d'ODU1 dans ODU3). Les autres opportunités de bourrage sont nécessaires afin que les autres clients soient multiplexés dans l'ODUk.

En général, le rapport de justification (rapport de bourrage) pour des schémas de justification purement positifs est défini comme étant la fraction moyenne à long terme des opportunités de justification pour lesquelles la justification a lieu (c'est-à-dire pour un très grand nombre de trames, le rapport du nombre de justifications sur le nombre total d'opportunités de justification). Dans le schéma +1/0/-1, il faut distinguer les justifications positives et négatives, ce qui est fait en utilisant différents signes algébriques pour les justifications positives et négatives. Avec cette convention, le rapport de justification peut varier au plus (pour des décalages de fréquence suffisamment importants) de -1 à +1 (ce qui contraste avec un schéma de justification purement positif dans lequel le rapport de justification peut varier au plus de 0 à 1). Dans le cas du multiplexage d'unités ODUk, le rapport de justification est défini par rapport aux opportunités de bourrage disponibles pour le client en question. Il peut donc varier (pour des décalages de fréquence suffisamment grands) de -1 à +2. (Si le rapport de justification était défini par rapport à l'ensemble des opportunités de bourrage pour tous les clients, la plage irait de -1/4 à +1/2 pour le multiplexage

d'unités ODU1 dans une unité ODU2 et d'unités ODU2 dans une unité ODU3 et elle irait de $-1/16$ à $1/8$ pour le multiplexage d'unités ODU1 dans une unité ODU3.)

Soit α le rapport de justification ($-1 \leq \alpha \leq 1$ pour le mappage d'un client CBR dans une unité ODU k ; $-1 \leq \alpha \leq 2$ pour le mappage d'unités ODU j dans une unité ODU k ($k > j$)), et par convention supposons que α positif correspond à une justification négative et α négatif à une justification positive (la raison de cette convention sera expliquée ci-après).

Définissons la notation suivante (l'indice j désigne le client ODU j pouvant être mappé et l'indice k désigne la couche serveur d'ODU k dans laquelle le client ODU j ou CBR est mappé):

N	nombre d'octets de bourrage fixe dans la zone de charge utile d'OPU k associée au client en question (noter que ce n'est pas le nombre total d'octets de bourrage fixe si des clients multiples doivent être multiplexés)
S	débit client STM- N ou ODU j nominal (octets/s)
T	période de trame nominale d'ODU k (s)
y_c	décalage de fréquence du signal client (fraction)
y_s	décalage de fréquence du signal serveur (fraction)
p	fraction de zone de charge utile d'OPU k disponible pour ce client
N_f	nombre moyen d'octets clients mappés dans une trame ODU k , pour les décalages de fréquence particuliers (la moyenne est faite sur un grand nombre de trames)

Puis N_f est donné par:

$$N_f = ST \frac{1 + y_c}{1 + y_s} \quad (\text{I-1})$$

Pour des petits décalages de fréquence par rapport à 1, cette relation peut être approchée par:

$$N_f = ST(1 + y_c - y_s) \equiv ST\beta \quad (\text{I-2})$$

La grandeur $\beta - 1$ est le décalage net de fréquence dû aux décalages de fréquence client et serveur.

Le nombre moyen d'octets clients mappés dans une trame ODU k est donc égal au nombre total d'octets dans la zone de charge utile disponible pour ce client (c'est-à-dire $(4)(3808)p = 15232p$), moins le nombre d'octets de bourrage fixe pour ce client (N), plus le nombre moyen d'octets mis en bourrage pour ce client sur un très grand nombre de trames. Ce dernier est égal au rapport de justification α multiplié par la fraction de trames p correspondant aux opportunités de justification pour ce client. La combinaison de cette relation avec l'équation I-1 donne:

$$ST\beta = \alpha p + 15232p - N \quad (\text{I-3})$$

Dans l'équation I-3, un rapport α positif correspond à un plus grand nombre d'octets clients mappés dans l'unité ODU k , en moyenne. Comme indiqué plus haut, cela correspond à une justification négative. Cette convention de signe est utilisée de façon que le rapport α entre dans l'équation I-3 avec un signe positif (par commodité).

L'équation I-3 est le résultat principal. Pour le mappage de clients STM- N (CBR) dans une unité ODU k , la grandeur p vaut 1.

La plage des rapports de bourrage peut maintenant être déterminée pour le mappage de clients STM- N ou ODU j dans ODU k , au moyen de l'équation I-3. Dans ce qui suit, considérons que R_{16} est le débit STM-16, c'est-à-dire $2,48832 \text{ Gbit/s} = 3,1104 \times 10^8 \text{ octets/s}$.

Mappage asynchrone d'un signal CBR2G5 (2 488 320 kbit/s) en un ODU1

Le débit client nominal est $S = R_{16}$. Le débit nominal de l'ODU1 est $(239/238)S$ (voir le § 7.3). Mais le débit nominal d'ODU1 est aussi égal à $(4)(3824)/T$. On a alors:

$$ST = (4)(3824) \frac{238}{239} = 15232 \quad (\text{I-4})$$

Par substitution avec l'équation I-3, et en tenant compte du fait que $N = 0$ (pas d'octet de bourrage fixe) pour ce mappage on a:

$$\alpha = 15232(\beta - 1) \quad (\text{I-5})$$

Etant donné que les tolérances de fréquences ODUk et client sont chacune de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, β est compris entre 0,99996 et 1,00004. En tenant compte de cette propriété on déduit de l'équation I-5 la plage des valeurs de α :

$$-0,60928 \leq \alpha \leq +0,60928 \quad (\text{I-6})$$

Mappage asynchrone d'un signal CBR10G (9 953 280 kbit/s) en ODU2

Le débit client nominal est $S = 4R_{16}$. Le débit nominal de l'ODU2 est $(239/237)S$ (voir le § 7.3). Mais le débit nominal de l'ODU2 est aussi égal à $(4)(3824)/T$. On a alors:

$$ST = (4)(3824) \frac{237}{239} = 15168 \quad (\text{I-7})$$

Par substitution dans l'équation I-3, et si l'on utilise le fait que $N = 64$ (nombre d'octets de bourrage fixe) pour ce mappage, on a:

$$\alpha = 15168\beta + 64 - 15232 = 15168(\beta - 1) \quad (\text{I-8})$$

De même que précédemment, les tolérances de fréquence ODUk et client sont de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, et β est compris entre 0,99996 et 1,00004. Par substitution dans l'équation I-8 on a la plage des valeurs de α suivantes:

$$-0,60672 \leq \alpha \leq +0,60672 \quad (\text{I-9})$$

Mappage asynchrone d'un signal CBR40G (39 813 120 kbit/s) en ODU3

Le débit client nominal est $S = 16R_{16}$. Le débit nominal de l'ODU3 est $(239/236)S$ (voir le § 7.3). Mais le débit nominal de l'ODU3 est aussi égal à $(4)(3824)/T$. On a alors:

$$ST = (4)(3824) \frac{236}{239} = 15104 \quad (\text{I-10})$$

Par substitution dans l'équation I-3, et compte tenu du fait que $N = 128$ (nombre d'octets de bourrage fixe) pour ce mappage, on a:

$$\alpha = 15104\beta + 128 - 15232 = 15104(\beta - 1) \quad (\text{I-11})$$

Comme précédemment, les tolérances de fréquence ODUk et client sont de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, et β est compris entre 0,99996 et 1,00004. Par substitution dans l'équation 11 on a la plage des valeurs de α suivantes:

$$-0,60416 \leq \alpha \leq +0,60416 \quad (\text{I-12})$$

Multiplexage d'ODU1 dans ODU2

Le débit client nominal d'ODU1 est (voir § 7.3):

$$S = \frac{239}{238} R_{16} \quad (\text{I-13})$$

La période de trame nominale d'ODU2 est:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})} \quad (\text{I-14})$$

La fraction p vaut 0,25. Son insertion dans l'équation I-3 donne:

$$\frac{239}{238} R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N \quad (\text{I-15})$$

La simplification et la résolution pour α donnent:

$$\alpha = \frac{237}{238} (15296)\beta + 4N - 15232 \quad (\text{I-16})$$

Soit maintenant $\beta = 1 + y$, où y est le décalage net de fréquence (et est presque égal à $y_c - y_s$ pour un décalage de fréquence client et serveur petit par rapport à 1). On a alors:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{237}{238} (15296) - 15232 + 4N + \frac{237}{238} (15296)y \\ &= 4N - 0,2689076 + 15231,731092y \end{aligned} \quad (\text{I-17})$$

Le nombre d'octets de bourrage fixe N est égal à zéro, comme indiqué au § 19.5.1. Les décalages de fréquence client et mappeur sont dans la plage $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, comme indiqué au § 7.3. Le décalage net de fréquence y est donc dans la plage $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. L'insertion de ces valeurs dans l'équation I-17 donne comme plage pour α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,340362 && \text{pour } y = +40 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,268908 && \text{pour } y = 0 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,878177 && \text{pour } y = -40 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{I-18})$$

Par ailleurs, les rapports de bourrage de -1 et $+2$ sont obtenus pour des décalages de fréquence de $-47,998 \cdot 10^{-6}$ et de $148,96 \cdot 10^{-6}$, respectivement. La plage de décalage de fréquence qui peut être prise en charge est d'environ $197 \cdot 10^{-6}$, ce qui est 50% plus grand que la plage qui peut être prise en charge par un schéma de justification $+1/0/-1$ (voir plus haut), et ce qui est dû à l'octet additionnel de bourrage positif.

Multiplexage d'ODU2 dans ODU3

Le débit client nominal d'ODU2 est (voir § 7.3):

$$S = \frac{239}{237} (4R_{16}) \quad (\text{I-19})$$

La période de trame nominale d'ODU3 est:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \quad (\text{I-20})$$

La fraction p vaut 0,25. Son insertion dans l'équation I-3 donne:

$$\frac{239}{237} 4R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N \quad (\text{I-21})$$

La simplification et la résolution pour α donnent:

$$\alpha = \frac{236}{237}(15296)\beta + 4N - 15232 \quad (\text{I-22})$$

Comme précédemment, soit $\beta = 1 + y$, où y est le décalage net de fréquence (et est presque égal à $y_c - y_s$ pour un décalage de fréquence client et serveur petit par rapport à 1). Donc:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{237}(15296) - 15232 + 4N + \frac{236}{237}(15296)y \\ &= 4N - 0,5400844 + 15231,459916y \end{aligned} \quad (\text{I-23})$$

Le nombre d'octets de bourrage fixe N est égal à zéro, comme indiqué au § 19.5.3. Les décalages de fréquence client et mappeur sont dans la plage $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, comme indiqué au § 7.3. Le décalage net de fréquence y est dans la plage $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. L'insertion de ces valeurs dans l'équation I-23 donne comme plage pour α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,0691740 && \text{pour } y = +40 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,5400844 && \text{pour } y = 0 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -1,149343 && \text{pour } y = -40 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{I-24})$$

Par ailleurs, les rapports de bourrage de -1 et $+2$ sont obtenus pour des décalages de fréquences de $-30,195 \cdot 10^{-6}$ et $166,77 \cdot 10^{-6}$, respectivement. Comme ci-dessus, la plage de décalage de fréquence qui peut être prise en charge est d'environ $197 \cdot 10^{-6}$, c'est-à-dire 50% plus grande que la plage qui peut être prise en charge par un schéma de justification $+1/0/-1$ (voir plus haut) en raison de l'octet additionnel de bourrage positif.

Multiplexage d'ODU1 dans ODU3

Le débit client nominal d'ODU1 est (voir § 7.3):

$$S = \frac{239}{238}(R_{16}) \quad (\text{I-25})$$

La période de trame nominale d'ODU3 est:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \quad (\text{I-26})$$

La fraction p vaut 0,0625. Son insertion dans l'équation I-3 donne:

$$\frac{239}{238} R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{16} + 952 - N \quad (\text{I-27})$$

La simplification et la résolution pour α donnent:

$$\alpha = \frac{236}{238}(15296)\beta + 16N - 15232 \quad (\text{I-28})$$

Comme ci-dessus, soit $\beta = 1 + y$, où y est le décalage net de fréquence (et est presque égal à $y_c - y_s$ pour des décalages de fréquence client et serveur petits par rapport à 1). Donc :

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{236}{238}(15296) - 15232 + 16N + \frac{236}{238}(15296)y \\ &= 16N - 64,5378151 + 15167,462185y\end{aligned}\tag{I-29}$$

Le nombre total d'octets de bourrage fixe dans la charge utile d'ODU3 est de 64, comme indiqué au § 19.5.2; le nombre pour un seul client ODU1, N , est donc de 4. Les décalages de fréquence client et mappeur sont dans la plage $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, comme indiqué au § 7.3. Le décalage net de fréquence y est donc dans la plage $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. L'insertion de ces valeurs dans l'équation I-29 donne comme plage pour α :

$$\begin{aligned}\alpha &= 0,0688834 && \text{pour } y = +40 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,5378151 && \text{pour } y = 0 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -1,144514 && \text{pour } y = -40 \cdot 10^{-6}\end{aligned}\tag{I-30}$$

Par ailleurs, les rapports de bourrage de -1 et $+2$ sont obtenus pour les décalages de fréquence de $-30,472 \cdot 10^{-6}$ et $167,32 \cdot 10^{-6}$, respectivement. Comme ci-dessus, la plage du décalage de fréquence qui peut être prise en charge est d'environ $197 \cdot 10^{-6}$, c'est-à-dire 50% plus grand que la plage qui peut être prise en charge par un schéma de justification $+1/0/-1$ (voir plus haut) en raison de l'octet additionnel de bourrage positif.

Appendice II

Exemples de structures de trame OTU fonctionnellement normalisées

Le présent appendice contient des exemples de structures de trame OTU fonctionnellement normalisées. Ces exemples illustratifs n'impliquent en aucune manière une définition de ces structures. La structure de trame OTUk complètement normalisée, telle que définie dans la présente Recommandation, est représentée à la Figure II.1. Les structures de trame OTUkV fonctionnellement normalisées seront nécessaires pour prendre en charge, par exemple, une correction d'erreur directe (FEC) différente. Exemples de structures de trame OTUkV:

- OTUkV avec la même attribution d'octets de préfixe que l'OTUk, mais utilisant un autre code FEC comme le montre la Figure II.2;
- OTUkV avec la même attribution d'octets de préfixe que l'OTUk, mais utilisant un autre code FEC moins encombrant et le reste du champ préfixe FEC de l'OTUkV est rempli par des bits de bourrage fixe comme le montre la Figure II.3;
- OTUkV avec une plus large attribution d'octets de préfixe pour la FEC que celle de l'unité OTUk et utilisation d'une autre FEC comme le montre la Figure II.4;
- OTUkV sans attribution d'octets de préfixe pour la FEC comme indiqué à la Figure II.5;
- OTUkV avec une structure de trame différente de celle de l'OTUk, prenant en charge un préfixe OTU différent (préfixe OTUkV et FEC OTUkV) comme indiqué à la Figure II.6;
- OTUkV avec une structure de trame différente de celle de la trame OTUk, prenant en charge un préfixe d'unité OTU différent (préfixe OTUkV) et sans attribution d'octet de préfixe pour la FEC comme indiqué à la Figure II.7.

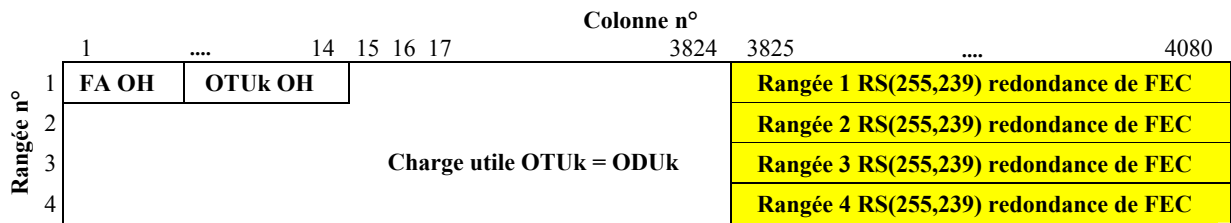


Figure II.1/G.709/Y.1331 – OTUk (avec FEC RS(255,239))

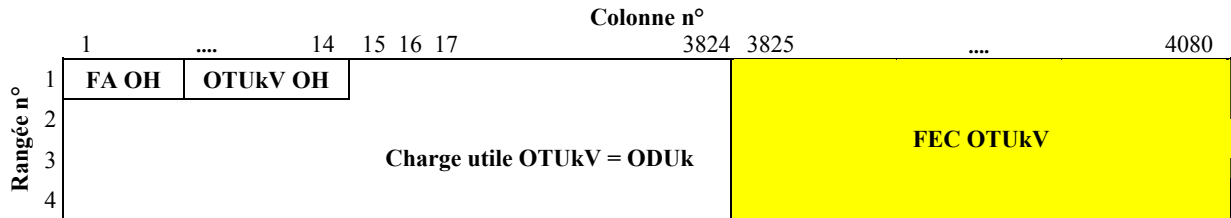


Figure II.2/G.709/Y.1331 – OTUkV avec autre FEC

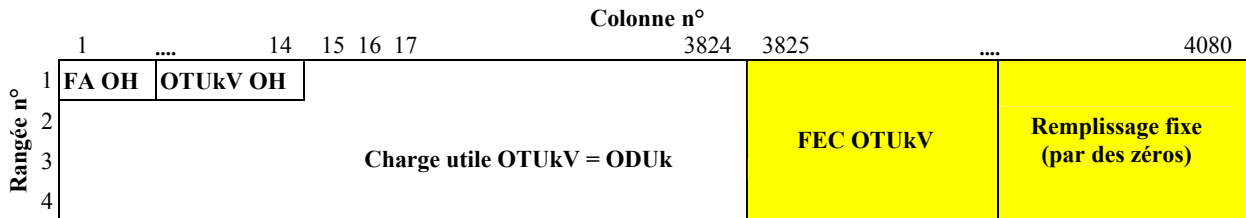


Figure II.3/G.709/Y.1331 – OTUkV avec une FEC plus petite, le reste du champ FEC est comblé par un remplissage fixe

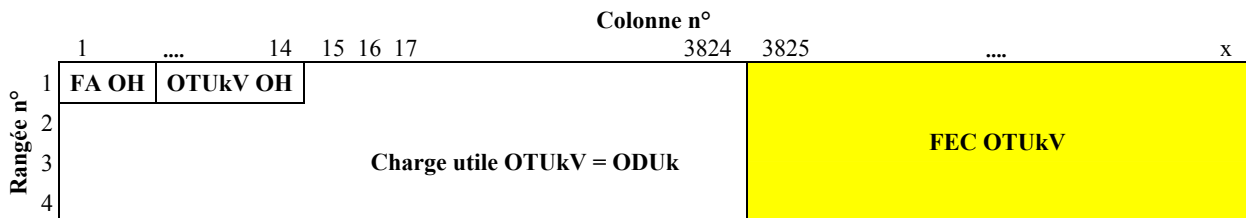


Figure II.4/G.709/Y.1331 – OTUkV avec une FEC plus grande

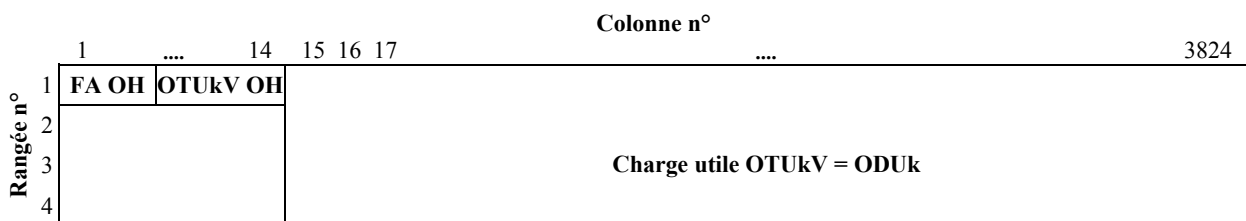


Figure II.5/G.709/Y.1331 – OTUkV sans champ FEC

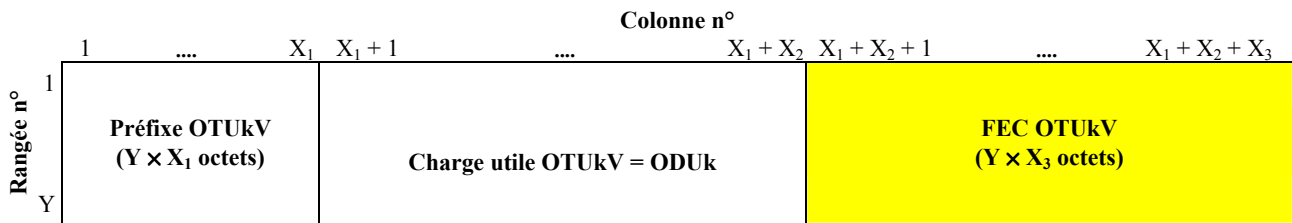


Figure II.6/G.709/Y.1331 – OTUkV avec une structure de trame différente

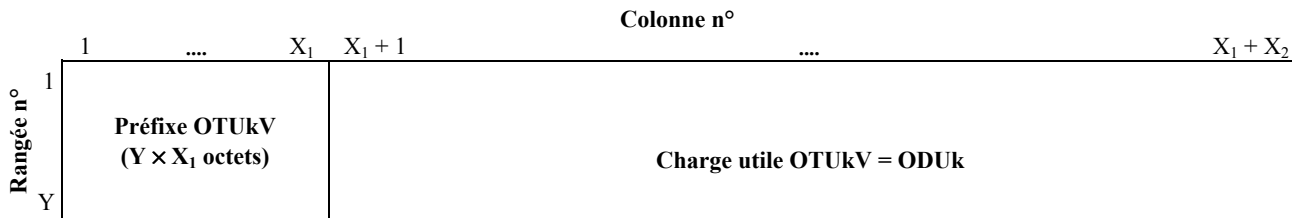


Figure II.7/G.709/Y.1331 – OTUkV avec une structure de trame différente et sans champ FEC

Le mappage du signal ODUk sur le signal OTUkV peut être soit synchrone en trame, asynchrone en trame ou synchrone en bits dans le cas des Figures II.1 à II.5. Dans le cas des Figures II.6 et II.7, le mappage du signal ODUk peut être asynchrone ou synchrone sur les bits.

Dans le cas d'un mappage asynchrone, les débits ODUk et OTUkV peuvent être asynchrones. Le signal ODUk est mappé en tant que flux binaire sur la zone charge utile OTUkV grâce à l'emploi d'une technique de bourrage.

Dans le cas d'un mappage synchrone sur les bits, les débits ODUk et OTUkV sont synchrones. Le signal ODUk est mappé sur la charge utile OTUkV sans bourrage. La trame ODUk n'est pas associée à la trame OTUkV.

Dans le cas d'un mappage synchrone sur les trames, les débits ODUk et OTUkV sont synchrones et les structures de trame sont alignées. Le signal ODUk reste mappé sur le champ de charge utile OTUkV sans bourrage et avec un positionnement fixe de la trame ODUk dans la trame OTUkV. (voir Figure II.8.)

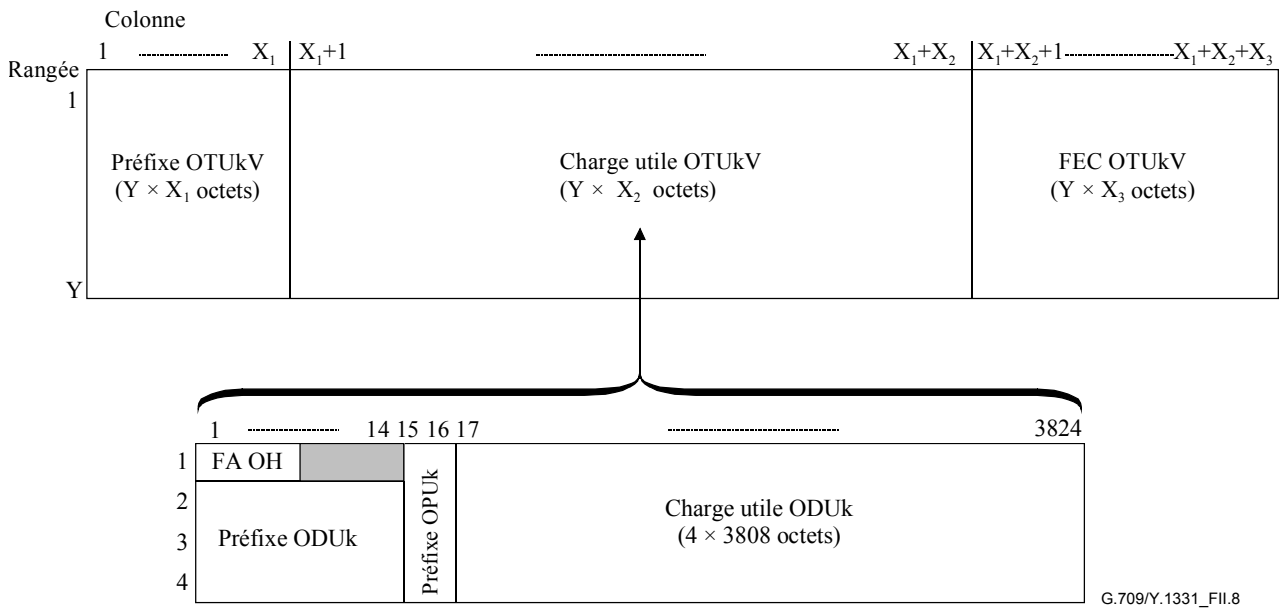


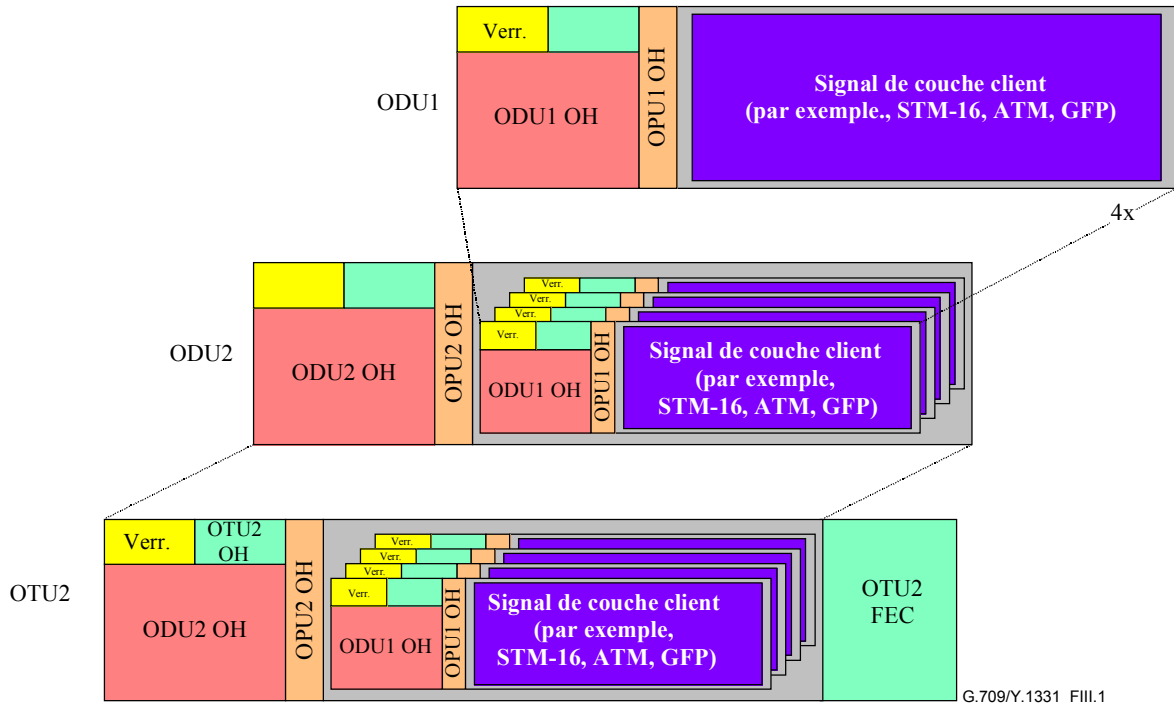
Figure II.8/G.709/Y.1331 – Mappage asynchrone (ou à synchronisation sur les bits) de l'ODUk en OTUkV

Appendice III

Exemple de multiplexage d'unités ODUk

La Figure III.1 décrit le multiplexage de quatre signaux ODU1 dans un signal ODU2. Les signaux ODU1, contenant le préfixe de verrouillage de trames et une structure de zéros en série dans les emplacements de préfixe d'OTUk, sont adaptés au rythme d'ODU2 par justification (mappage asynchrone). Ces signaux ODU1 adaptés sont entrelacés au niveau des octets dans la zone de charge utile d'OPU2 et leurs signaux de commande et d'opportunité de justification (JC, NJO) sont entrelacés au niveau des trames dans la zone de préfixe d'OPU2.

Le préfixe d'ODU2 est ajouté, puis le signal ODU2 est mappé dans le signal OTU2 [ou OTU2V]. Le préfixe d'OTU2 [ou OTU2V] et le préfixe de verrouillage de trames sont ajoutés afin de compléter le signal en lui permettant d'être transporté par un signal de module OTM.



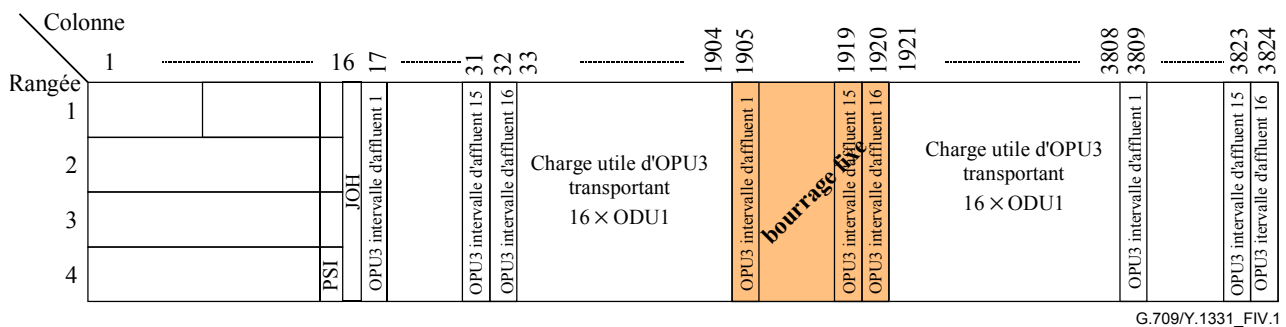
NOTE – Le signal ODU1 flotte dans ¼ de la zone d'OPU2. Une trame ODU1 traversera de multiples limites de trame ODU2. Une trame ODU1 complète (15296 octets) nécessite la largeur de bande de $(15296/3808 =) 4,017$ trames ODU2, ce qui n'est pas illustré.

Figure III.1/G.709/Y.1331 – Exemple de multiplexage de 4 signaux ODU1 dans un signal ODU2 (illustration)

Appendice IV

Exemple de bourrage fixe dans une unité OPUk avec multiplex de signaux ODUk d'ordre inférieur

Lorsqu'une unité OPU3 transporte 16 signaux ODU1, les colonnes 1905 à 1920 de l'OPU3 contiennent un bourrage fixe à raison d'une colonne de bourrage fixe pour chacun des 16 signaux ODU1.



G.709/Y.1331_FIV.1

Figure IV.1/G.709/Y.1331 – Emplacement du bourrage fixe lors d'un mappage de 16 × ODU1 dans une unité OPU3

Appendice V

Etendue des rapports de bourrage pour multiplexage asynchrone d'unités ODU_j dans une unité ODU_k (k > j)

L'Appendice I calcule, pour le mappage asynchrone de clients CBR (STM-N) dans une unité ODU_k, une relation entre débit client, fréquence de trames serveur, longueur de bourrage fixe et rapport de bourrage. Dans le présent appendice, le résultat de l'équation I-3 est généralisé afin de l'appliquer également au multiplexage asynchrone d'unités ODU_j dans une unité ODU_k (k > j). Ce résultat plus général est utilisé afin d'évaluer l'étendue des rapports de bourrage pour le multiplexage de signaux ODU1 dans ODU2, ODU1 dans ODU3 et ODU2 dans ODU3, en admettant que tous les rythmes d'ODU ont une tolérance sur la fréquence de $\pm 20,10^{-6}$.

Le mappage asynchrone d'un client STM-N dans une unité ODU_k est asynchrone et utilise un schéma de bourrage à +1/0/-1 octet. Le mappage asynchrone d'un client ODU_j dans une unité ODU_k (k > j) est asynchrone et utilise un schéma de bourrage à +2/+1/0/-1 octet. Dans le cas d'un multiplexage, l'unité ODU_j qui doit être mappée ne recevra qu'une fraction de la pleine capacité de charge utile de l'unité ODU_k. Il peut en général y avoir un certain nombre d'octets de bourrage fixe pour chaque unité ODU_j ou chaque client STM-N. L'ordre de grandeur du rapport de justification, α , est la fraction moyenne à long terme d'opportunités de bourrage pour le client en question lorsqu'un bourrage est réellement introduit. Le rapport de justification prend des valeurs aussi bien positives que négatives. Par souci de cohérence, la convention de signes de l'Appendice I est suivie, dans laquelle un rapport α positif correspond à un bourrage négatif et un rapport α négatif correspond à un bourrage positif. L'on explique dans l'Appendice I que cette convention est utilisée de façon que α apparaisse avec un signe positif dans le résultat principal (équation I-3 et équation V-3). Noter qu'il n'y a qu'une seule opportunité de bourrage par trame ODU_k. Pour le mappage du débit STM-N dans une unité ODU_k, le client STM-N est autorisé à utiliser toutes les opportunités de bourrage (car un seul signal STM-N est mappé dans une unité ODU_k). Cependant, pour le mappage d'unités ODU_j dans une unité ODU_k (k > j), l'ODU_j ne peut utiliser que 1/4 ou 1/16 des opportunités de bourrage (1/4 pour le mappage d'ODU1 dans ODU2 ou d'ODU2 dans ODU3; 1/16 pour le mappage d'ODU1 dans ODU3). Les autres opportunités de bourrage sont nécessaires afin que les autres clients soient multiplexés dans l'ODU_k. Le rapport de bourrage α est défini par rapport aux opportunités de bourrage disponibles pour le client en question. L'étendue de α est donc de -1 à +2 dans tous les cas du multiplexage d'unités ODU.

Conformément à l'Appendice I, l'on définit la notation suivante (l'indice j est utilisé pour faire référence au client ODU $_j$ pouvant être mappé et l'indice k est utilisé pour faire référence à la couche serveur d'ODU $_k$ dans laquelle le client ODU $_j$ ou STM-N est mappé):

- N nombre d'octets de bourrage fixe dans la zone de charge utile d'OPU $_k$ associée au client en question (noter que ce n'est pas le nombre total d'octets de bourrage fixe si des clients multiples doivent être multiplexés)
- S débit client STM-N ou ODU $_j$ nominal (octets/s)
- T période de trame nominale d'ODU $_k$ (s)
- y_c décalage de fréquence du signal client (fraction)
- y_s décalage de fréquence du signal serveur (fraction)
- p fraction de zone de charge utile d'OPU $_k$ disponible pour ce client
- N_f nombre moyen d'octets clients mappés dans une trame ODU $_k$, pour les décalages de fréquence particuliers (intégrés sur un grand nombre de trames)

Puis N_f est donné par:

$$N_f = ST \frac{1 + y_c}{1 + y_s} \quad (\text{V-1})$$

Pour des décalages de fréquence petits par rapport à 1, cette relation peut être approchée par:

$$N_f = ST(1 + y_c - y_s) \equiv ST\beta \quad (\text{V-2})$$

La grandeur $\beta - 1$ est le décalage net de fréquence dû aux décalages de fréquence client et serveur.

Le nombre moyen d'octets clients mappés dans une trame ODU $_k$ est donc égal au nombre total d'octets dans la zone de charge utile disponible pour ce client (c'est-à-dire $4 \times 3808 \times p = 15232p$), moins le nombre d'octets de bourrage fixe pour ce client (N), plus le nombre moyen d'octets mis en bourrage pour ce client sur un très grand nombre de trames. Ce dernier est égal au rapport de justification α multiplié par la fraction de trames p correspondant aux opportunités de justification pour ce client. La combinaison de cette relation avec l'équation V-1 donne:

$$ST\beta = \alpha p + 15232p - N \quad (\text{V-3})$$

Dans l'équation V-3, un rapport α positif correspond à un plus grand nombre d'octets clients mappés dans l'unité ODU $_k$, en moyenne. Comme indiqué plus haut, cela correspond à une justification négative. Cette convention de signe est utilisée de façon que le rapport α entre dans l'équation V-3 avec un signe positif (par commodité).

L'équation V-3 est le résultat principal et est une généralisation de l'équation I-3 dans l'Appendice I. Pour le mappage de STM-N dans une unité ODU $_k$, la grandeur p est 1, et l'équation V-3 se réduit à l'équation I-3.

L'étendue des rapports de bourrage peut maintenant être déterminée pour le mappage d'ODU $_j$ dans ODU $_k$, au moyen de l'équation V-3. Dans ce qui suit, considérons que R_{16} est le débit STM-16, c'est-à-dire 2,48832 Gbit/s.

Multiplexage d'ODU1 dans ODU2

Le débit client nominal d'ODU1 est (voir § 7.3):

$$S = \frac{239}{238} R_{16} \quad (\text{V-4})$$

La période de trame nominale d'ODU2 est:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})} \quad (\text{V-5})$$

La fraction p est 0,25. Son insertion dans l'équation V-3 donne:

$$\frac{239}{238}R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{237}(4R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N \quad (\text{V-6})$$

La simplification et la résolution pour α donnent:

$$\alpha = \frac{237}{238}(15296)\beta + 4N - 15232 \quad (\text{V-7})$$

Soit maintenant $\beta = 1 + y$, où y est le décalage net de fréquence (et est presque égal à $y_c - y_s$ pour un décalage de fréquence client et serveur petit par rapport à 1). On a alors:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{237}{238}(15296) - 15232 + 4N + \frac{237}{238}(15296)y \\ &= 4N - 0,2689076 + 15231,731092y \end{aligned} \quad (\text{V-8})$$

Le nombre d'octets de bourrage fixe N est égal à zéro, comme indiqué au 19.5.1. Les décalages de fréquence client et mappeur sont dans l'étendue $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, comme indiqué en 7.3. Le décalage net de fréquence y est donc dans l'étendue $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. L'insertion de ces valeurs dans l'équation V-8 donne comme étendue pour α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,340362 && \text{pour } y = +40 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,268908 && \text{pour } y = 0 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,878177 && \text{pour } y = -40 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{V-9})$$

Par ailleurs, les rapports de bourrage de -1 et $+2$ sont obtenus pour des décalages de fréquence de $-47,998 \cdot 10^{-6}$ et de $148,96 \cdot 10^{-6}$, respectivement. L'étendue de décalage de fréquence qui peut être prise en charge est d'environ $197 \cdot 10^{-6}$, ce qui est 50% plus grand que l'étendue qui peut être prise en charge par un schéma de justification $+1/0/-1$ (voir Appendice I), et ce qui est dû à l'octet additionnel de bourrage positif.

Multiplexage d'ODU2 dans ODU3

Le débit client nominal d'ODU2 est (voir § 7.3):

$$S = \frac{239}{237}(4R_{16}) \quad (\text{V-10})$$

La période de trame nominale d'ODU3 est:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \quad (\text{V-11})$$

La fraction p est 0,25. Son insertion dans l'équation V-3 donne:

$$\frac{239}{237} 4R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{4} + 3808 - N \quad (\text{V-12})$$

La simplification et la résolution pour α donnent:

$$\alpha = \frac{236}{237}(15296)\beta + 4N - 15232 \quad (\text{V-13})$$

Comme précédemment, soit $\beta = 1 + y$, où y est le décalage net de fréquence (et est presque égal à $y_c - y_s$ pour un décalage de fréquence client et serveur petit par rapport à 1). Donc:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{237}(15296) - 15232 + 4N + \frac{236}{237}(15296)y \\ &= 4N - 0,5400844 + 15231,459916y \end{aligned} \quad (\text{V-14})$$

Le nombre d'octets de bourrage fixe N est égal à zéro, comme indiqué en 19.5.3. Les décalages de fréquence client et mappeur sont dans l'étendue $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, comme indiqué en 7.3. Le décalage net de fréquence y est dans l'étendue $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. L'insertion de ces valeurs dans l'équation V-14 donne comme étendue pour α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,0691740 && \text{pour } y = +40 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,5400844 && \text{pour } y = 0 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -1,149343 && \text{pour } y = -40 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{V-15})$$

Par ailleurs, les rapports de bourrage de -1 et $+2$ sont obtenus pour des décalages de fréquences de $-30,195 \cdot 10^{-6}$ et $166,77 \cdot 10^{-6}$, respectivement. Comme ci-dessus, l'étendue de décalage de fréquence qui peut être prise en charge est d'environ $197 \cdot 10^{-6}$, c'est-à-dire 50% plus grande que l'étendue qui peut être prise en charge par un schéma de justification $+1/0/-1$ (voir Appendice I) en raison de l'octet additionnel de bourrage positif.

Multiplexage d'ODU1 dans ODU3

Le débit client nominal d'ODU1 est (voir § 7.3):

$$S = \frac{239}{238}(R_{16}) \quad (\text{V-16})$$

La période de trame nominale d'ODU3 est:

$$T = \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \quad (\text{V-17})$$

La fraction p est 0,0625. Son insertion dans l'équation V-3 donne:

$$\frac{239}{238} R_{16} \frac{(3824)(4)}{\frac{239}{236}(16R_{16})} \beta = \frac{\alpha}{16} + 952 - N \quad (\text{V-18})$$

La simplification et la résolution pour α donnent:

$$\alpha = \frac{236}{238}(15296)\beta + 16N - 15232 \quad (\text{V-19})$$

Comme ci-dessus, soit $\beta = 1 + y$, où y est le décalage net de fréquence (et est presque égal à $y_c - y_s$ pour des décalages de fréquence client et serveur petits par rapport à 1). Donc:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{236}{238}(15296) - 15232 + 16N + \frac{236}{238}(15296)y \\ &= 16N - 64,5378151 + 15167,4612185y \end{aligned} \quad (\text{V-20})$$

Le nombre total d'octets de bourrage fixe dans la charge utile d'ODU3 est de 64, comme indiqué en 19.5.2; le nombre pour un seul client ODU1, N , est donc de 4. Les décalages de fréquence client et mappeur sont dans l'étendue $\pm 20 \cdot 10^{-6}$, comme indiqué en 7.3. Le décalage net de fréquence y est donc dans l'étendue $\pm 40 \cdot 10^{-6}$. L'insertion de ces valeurs dans l'équation V-20 donne comme étendue pour α :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.0688834 && \text{pour } y = +40 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -0,5378151 && \text{pour } y = 0 \cdot 10^{-6} \\ \alpha &= -1,144514 && \text{pour } y = -40 \cdot 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{V-21})$$

Par ailleurs, les rapports de bourrage de -1 et $+2$ sont obtenus pour les décalages de fréquence de $-30,472 \cdot 10^{-6}$ et $167,32 \cdot 10^{-6}$, respectivement. Comme ci-dessus, l'étendue du décalage de fréquence qui peut être prise en charge est d'environ $197 \cdot 10^{-6}$, c'est-à-dire 50% plus grand que l'étendue qui peut être prise en charge par un schéma de justification $+1/0/-1$ (voir Appendice I) en raison de l'octet additionnel de bourrage positif.

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y
INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET RÉSEAUX DE NOUVELLE 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 LA 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 nouvelle 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 B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	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	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication