



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

G.709/Y.1331

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(02/2001)

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

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
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

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

Interfaces pour le réseau de transport optique

Résumé

La présente Recommandation définit les exigences des 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.

Source

La Recommandation G.709/Y.1331 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 9 février 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

La présente Recommandation fait partie d'une série de Recommandations qui traitent de l'ensemble des fonctionnalités d'un réseau de transport optique. Cette Recommandation suit les principes énoncés dans l'UIT-T G.805.

Historique du document	
Version	Notes
1.0	Version initiale, février 2001

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.

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 2001

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

		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 (ONNI).....	9
6.1	Structure de base des signaux	10
6.1.1	Substructure des canaux OCh.....	10
6.1.2	Structure des modules OTM-n.m ($n \geq 1$) à fonctionnalité complète.....	11
6.1.3	Structure des modules OTM-nr.m et OTM-0.m à fonctionnalité réduite.....	11
6.2	Structure informationnelle associée aux interface avec le réseau OTN	11
7	Principes de multiplexage/mappage et débits binaires	16
7.1	Mappage.....	16
7.2	Multiplexage par répartition en longueur d'onde.....	16
7.3	Débits binaires et capacité	16
8	Module de transport optique (OTM-n.m, OTM-nr.m, OTM-0.m).....	18
8.1	Modules OTM avec fonctionnalité réduite (OTM-0.m, OTM-nr.m)	18
8.1.1	Interface OTM-0.m.....	18
8.1.2	Interface OTM-16r.m	19
8.2	Interface avec module OTM à fonctionnalité complète (OTM-n.m)	20
9	Spécification physique de l'interface ONNI	23
9.1	OTM-0.m	23
9.2	OTM-16r.m.....	23
9.3	OTM-n.m	23
10	Canal optique (OCh).....	23
10.1	Canal optique à fonctionnalité complète (OCh)	23
10.2	Canal optique à fonctionnalité réduite (OChr)	23
11	Unité de transport de canal optique (OTU)	24
11.1	Structure de trame OTUk.....	24
11.2	Embrouillage.....	25
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).....	26

14	Signal de préfixe OTM (OOS).....	27
15	Description des préfixes.....	27
15.1	Types de préfixe.....	30
15.1.1	Préfixe d'unité de charge utile de canal optique (OPUk OH).....	30
15.1.2	Préfixe d'unité de données de canal optique (ODUk OH).....	30
15.1.3	Préfixe d'unité de transport de canal optique (OTUk OH).....	30
15.1.4	Préfixe non associé au canal optique (OCh OH).....	30
15.1.5	Préfixe de section multiplex optique (OMS OH).....	30
15.1.6	Préfixe de section de transmission optique (OTS OH).....	30
15.1.7	Préfixe de communications générales de gestion (COMMS OH).....	31
15.2	Définition de l'identificateur de trace de chemin et de l'identificateur de point d'accès	31
15.3	Description du préfixe OH de section OTS	33
15.3.1	Identificateur de trace de chemin (TTI) de section OTS	33
15.3.2	Charge utile d'indication de défaut vers l'arrière sur une section OTS (BDI-P)	33
15.3.3	Préfixe d'indication de défaut vers l'arrière sur une section OTS (BDI-O)...	33
15.3.4	Indication d'absence de charge utile de section OTS (PMI).....	33
15.4	Description du préfixe OH de section OMS	33
15.4.1	Charge utile d'indication vers l'avant de défaut de signal de section OMS (FDI-P).....	33
15.4.2	Préfixe d'indication vers l'avant de défaut de signal de section OMS (FDI-O).....	33
15.4.3	Charge utile d'indication vers l'arrière de défaut de signal de section OMS (BDI-P)	34
15.4.4	Préfixe d'indication vers l'arrière de défaut de signal de section OMS (BDI-O)	34
15.4.5	Indication de charge utile manquante (PMI) de section OMS	34
15.5	Description du préfixe OCh OH	34
15.5.1	Charge utile d'indication vers l'avant de défaut de canal OCh (FDI-P)	34
15.5.2	Préfixe d'indication vers l'avant de défaut de canal OCh (FDI-O).....	34
15.5.3	Indication de connexion ouverte OCh (OCI)	34
15.6	Description des préfixes de verrouillage de trame d'unité OTUk/ODUk.....	34
15.6.1	Champs occupés par les préfixes de verrouillage de trame d'unité OTUk/ODUk	34
15.6.2	Définition des préfixes de verrouillage de trame OTUk/ODUk.....	35
15.7	Description du préfixe OTUk OH	36
15.7.1	Position du préfixe OTUk.....	36
15.7.2	Définition du préfixe OTUk	37
15.7.3	Préfixe de trame OTUkV.....	39

	Page
15.8	Description du préfixe ODUk OH 40
15.8.1	Position du préfixe ODUk OH 40
15.8.2	Définition du préfixe OH d'unité ODUk 41
15.9	Description du préfixe OPUk OH..... 53
15.9.1	Position du préfixe OPUk OH..... 53
15.9.2	Définition du préfixe OPUk OH..... 53
16	Signaux de maintenance 55
16.1	Signaux de maintenance de section OTS..... 55
16.1.1	Indication de charge utile manquante de section OTS (OTS-PMI)..... 55
16.2	Signaux de maintenance de section OMS..... 55
16.2.1	Charge utile d'indication de défaut vers l'avant de section OMS (OMS-FDI-P)..... 55
16.2.2	Préfixe d'indication de défaut vers l'avant de section OMS (OMS-FDI-O).. 55
16.2.3	Indication de charge utile manquante de section OMS (OMS-PMI) 56
16.3	Signaux de maintenance de canal OCh..... 56
16.3.1	Charge utile d'indication de défaut vers l'avant de canal OCh (OCh-FDI-P)..... 56
16.3.2	Préfixe d'indication de défaut vers l'avant de canal OCh (OCh-FDI-O)..... 56
16.3.3	Indication de connexion ouverte de canal OCh (OCh-OCI) 56
16.4	Signaux de maintenance d'unité OTUk 56
16.4.1	Signal d'indication d'alarme d'unité OTUk (OTUk-AIS)..... 56
16.5	Signaux de maintenance d'unité ODUk 57
16.5.1	Signal d'indication d'alarme d'unité ODUk (ODUk-AIS) 57
16.5.2	Indication de connexion ouverte ODUk (ODUk-OCI) 57
16.5.3	Unité ODUk verrouillée (ODUk-LCK)..... 58
16.6	Signal de maintenance client 58
16.6.1	Signal AIS pour des signaux à débit binaire constant 58
17	Mappage des signaux clients 59
17.1	Mappage des signaux CBR2G5, CBR10G et CBR40G (par exemple STM-16/64/256) avec l'OPUk..... 59
17.1.1	Mappage d'un signal CBR2G5 (par exemple STM-16) en un signal OPU1 . 61
17.1.2	Mappage d'un signal CBR10G (par exemple STM-64) en OPU2..... 61
17.1.3	Mappage d'un signal CBR40G (par exemple STM-256) en unité OPU3..... 62
17.2	Mappage d'un flux de cellules ATM en unité OPUk..... 62
17.3	Mappage de trame GFP en unité OPUk..... 64
17.4	Mappage du signal de test en OPUk..... 64
17.4.1	Mappage d'un client NULL en OPUk 64
17.4.2	Mappage du signal de test PRBS en unités OPUk 65

	Page
17.5 Mappage d'un flux binaire client non spécifique en unités OPUk.....	66
17.5.1 Mappage d'un flux binaire avec synchronisation des octets en unité OPUk .	66
17.5.2 Mappage d'un flux binaire sans synchronisation des octets en unité OPUk .	66
17.6 Mappage d'autres signaux à débit binaire constant avec justification en unité OPUk	67
Annee A – Correction d'erreurs directe (FEC) utilisant des codecs RS(255,239) à entrelacement de 16 octets.....	67
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	69
Appendice II – Exemples de structures de trame OTU fonctionnellement normalisées	71

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.

- UIT-T G.652 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes.*
- UIT-T G.653 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée.*
- UIT-T G.655 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée non nulle.*
- UIT-T G.707/Y.1322 (2000), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*
- UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générale des réseaux de transport.*
- UIT-T G.872 (1999), *Architecture des réseaux optiques de transport.*

- UIT-T G.959.1 (2001), *Interfaces de couche physique du réseau optique de transport.*
- UIT-T I.432.1 (1999), *Interface utilisateur-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche physique – Caractéristiques générales.*
- UIT-T M.1400 (2000), *Désignations pour les réseaux interopérateurs.*
- 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 de commande de signalement d'alerte générique.*
- 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

Certains termes définis dans UIT-T G.707/Y.1322 sont utilisés dans la présente Recommandation:

3.1 BIP-X

3.2 Interface de nœud de réseau

Certains termes définis dans UIT-T G.805 sont utilisés dans la présente Recommandation:

3.3 Information adaptée (AI)

3.4 Information caractéristique (CI)

3.5 Réseau

3.6 Sous-réseau

Certains termes définis dans UIT-T G.872 sont utilisés dans la présente Recommandation:

3.7 Interface intradomaniale (IaDI)

3.8 Interface interdomaniale (IrDI)

3.9 Réseau de transport optique (OTN)

3.10 Section multiplex optique (OMS)

3.11 Section de transmission optique (OTS)

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.12 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:

3.12.1 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.

3.12.2 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.

3.13 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.

3.14 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.

3.15 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).

3.16 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.

3.17 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.

3.17.1 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.

3.17.2 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.

3.18 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:

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

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

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

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

3.19.2 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.

3.20 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 $k = 3$.

3.21 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.

3.21.1 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.

3.21.2 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.

3.22 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:

3.22.1 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).

3.22.2 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.

3.23 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.

3.24 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 $n = 16$.

3.25 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.

3.26 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.

3.27 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.

3.28 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.

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

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

3.31 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.

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

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

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

3.35 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).

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

0xYY	YY est une valeur hexadécimale
10^{-6}	parties par million
3R	réamplification, reformation 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>)
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>)
DAPI	identificateur de point d'accès de destination (<i>destination access point identifier</i>)

EDC	code de détection d'erreur (<i>error detection code</i>)
EXP	expérimental
ExTI	identificateur de trace attendue (<i>expected trace identifier</i>)
FAS	signal de verrouillage de trame (<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>)
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>)
LSB	bit de plus faible poids (<i>least significant bit</i>)
MFAS	signal de verrouillage de multitrame (<i>multiframe alignment signal</i>)
MS	signal de maintenance (<i>maintenance signal</i>)
MSB	bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>)
naOH	préfixe non associé (<i>non-associated overhead</i>)
NNI	interface de nœud de réseau (<i>network node interface</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>)
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>)
OH	préfixe (<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 de préfixe 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>)
OSC	canal de supervision optique (<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 de transmission optique (<i>optical transmission section</i>)
OTS-OH	préfixe 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 d'ordre k complètement 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
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
TC	connexions en cascade (<i>cascade connection</i>)
TCM	surveillance de connexions en cascade (<i>tandem connection monitoring</i>)
TCMOH	en-tête de surveillance de connexions en cascade (<i>tandem connection monitoring overhead</i>)
TxTI	identificateur de trace émis (<i>transmitted trace identifier</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user-to-network interface</i>)

5 Conventions

L'architecture fonctionnelle du réseau de transport optique spécifiée dans 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 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 sourcés: 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 signal de canal optique de transport/de données/de charge utile dans chaque partie est définie à la Figure 5-1.

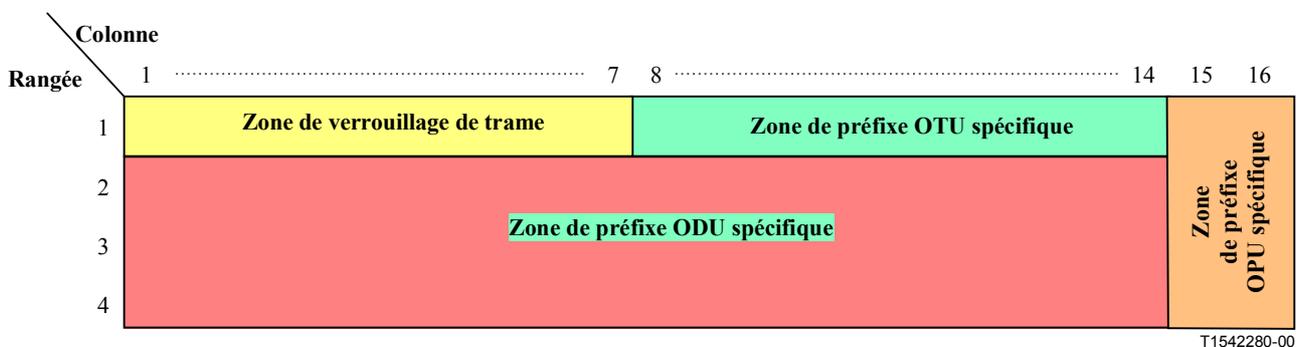


Figure 5-1/G.709/Y.1331 – Préfixes d'unités OTUk, ODUk et OPUk

6 Structure de l'interface de nœud de réseau de transport optique (ONNI)

Le réseau de transport optique spécifié dans 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.

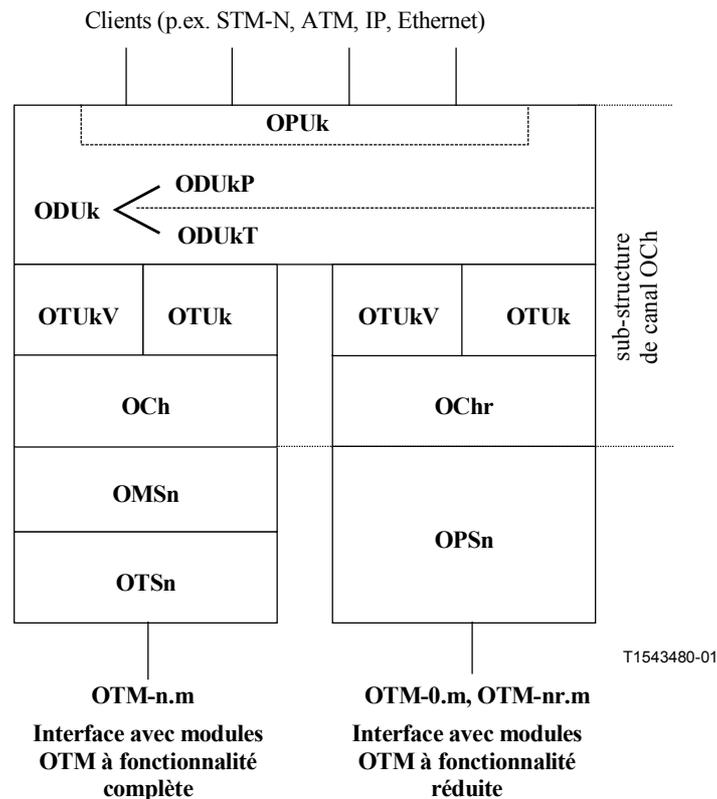


Figure 6-1/G.709/Y.1331 – Structure des interfaces avec le réseau OTN

6.1.1 Substructure des canaux OCh

La couche des canaux optiques définie dans 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 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.

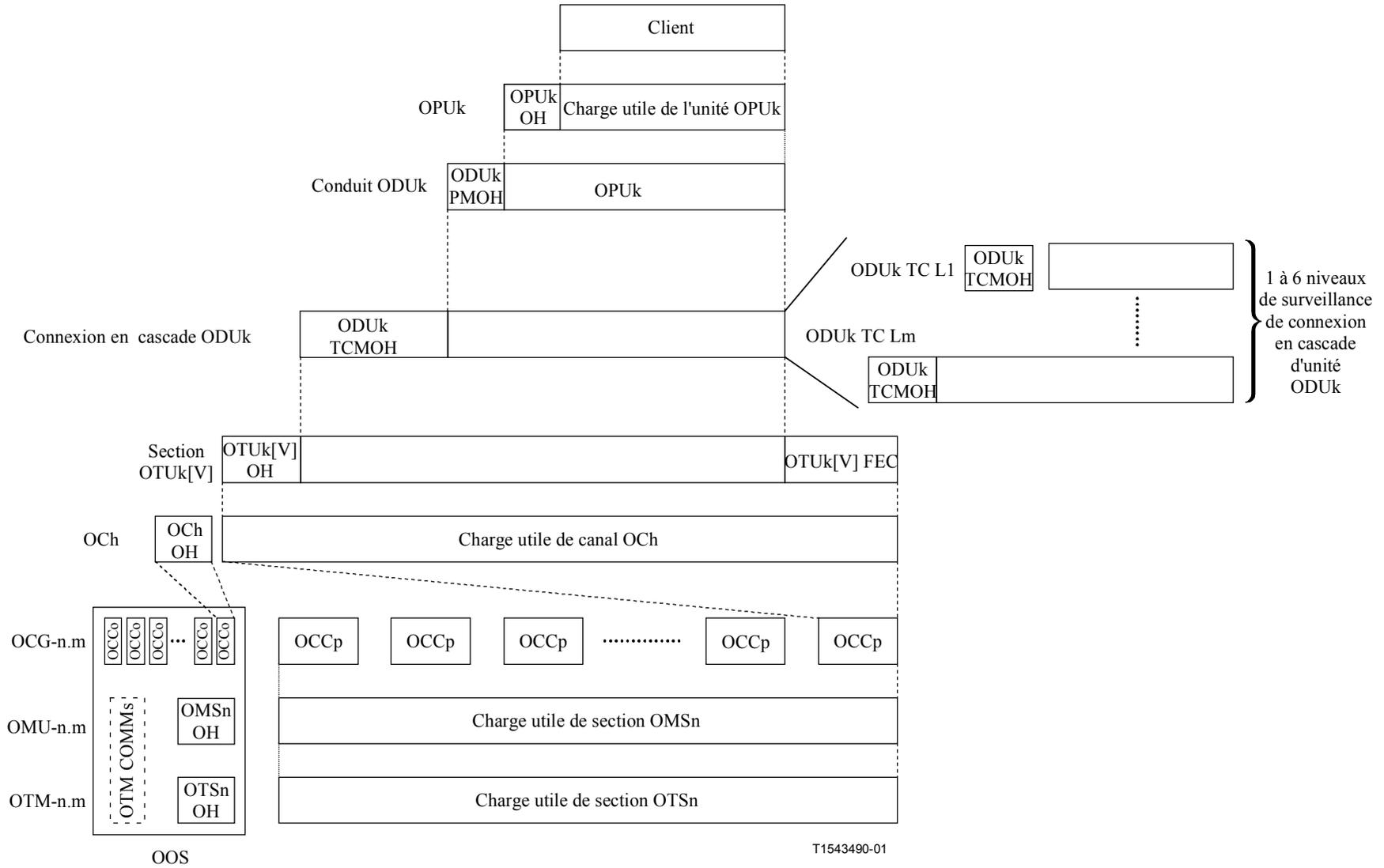


Figure 6-2/G.709/Y.1331 – Principales relations de confinement d'information des modules OTM-n.m

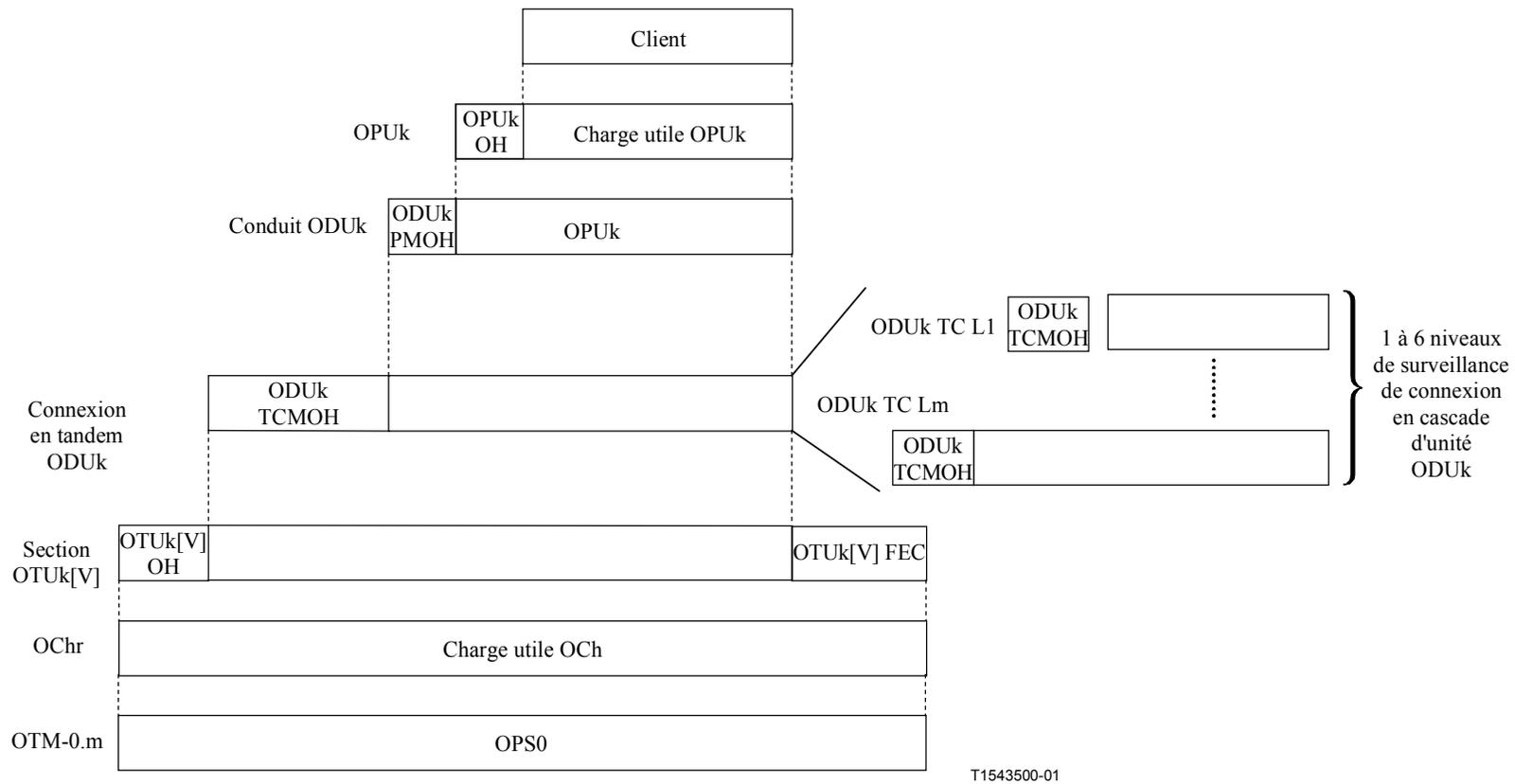
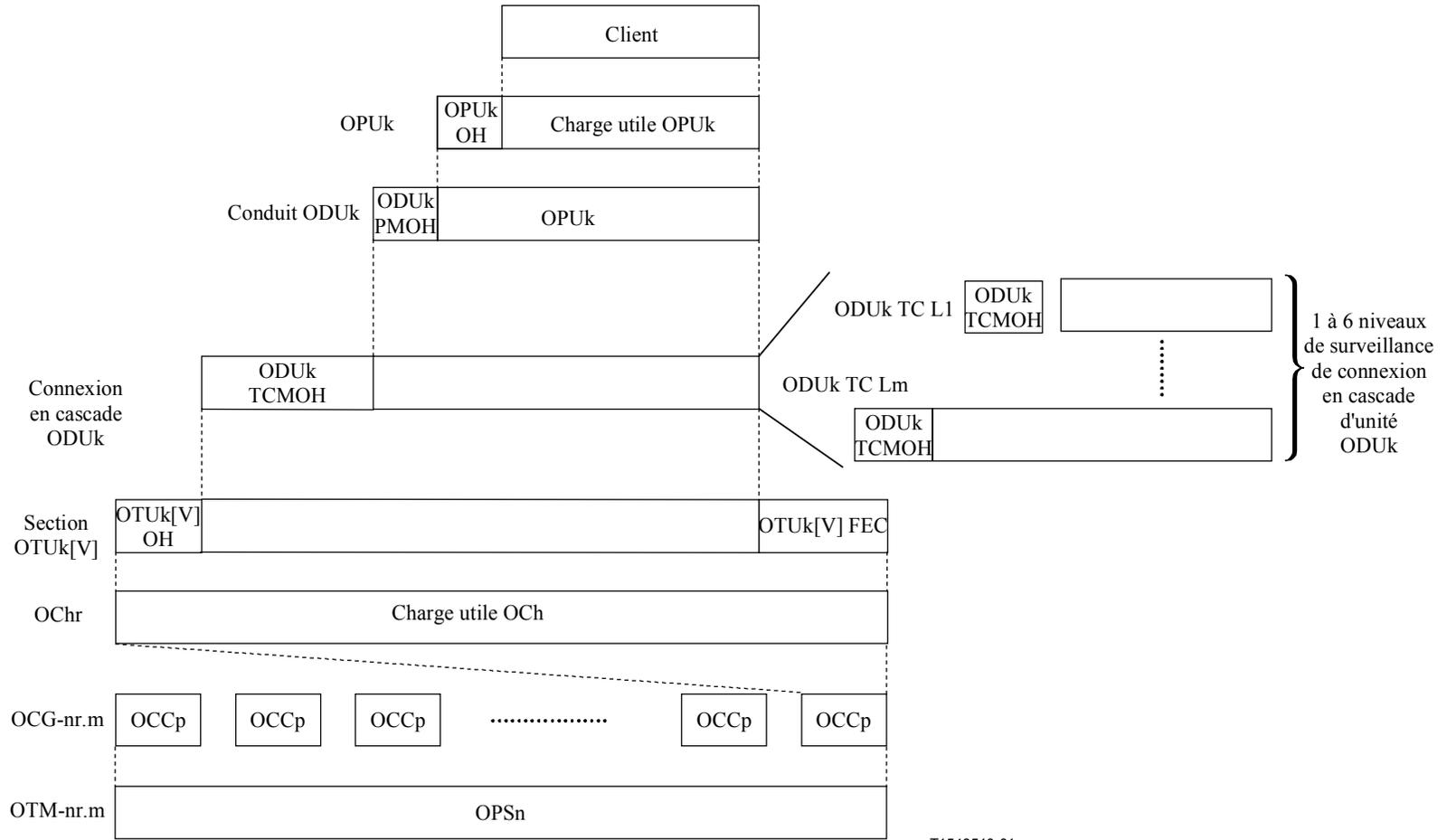
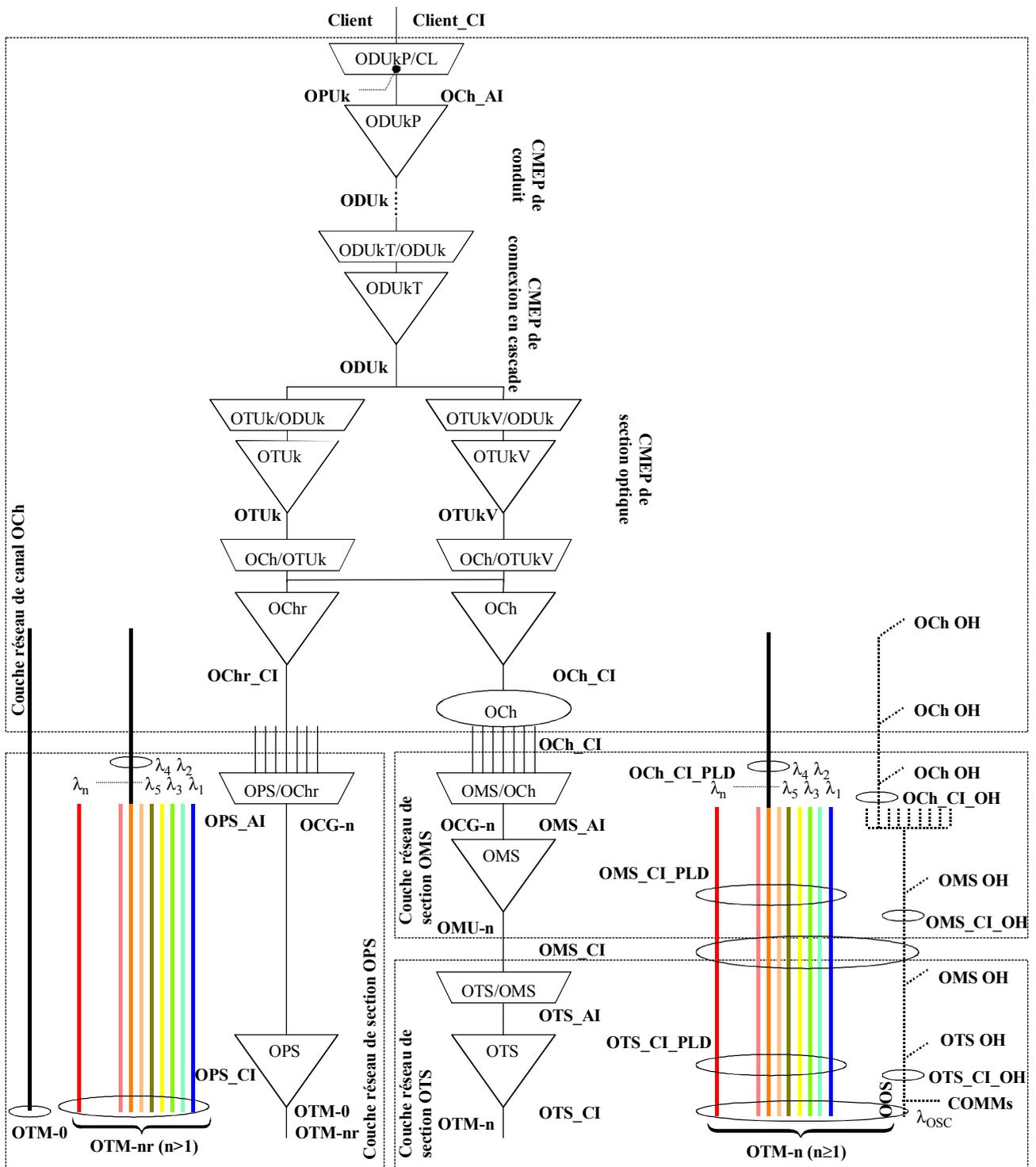


Figure 6-3/G.709/Y.1331 – Principales relations d'information des modules OTM-0.m



T1543510-01

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.

T1543520-01

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 les différents éléments de structure informationnelle et illustre la structure de multiplexage et les mappages associés au module OTM-n.

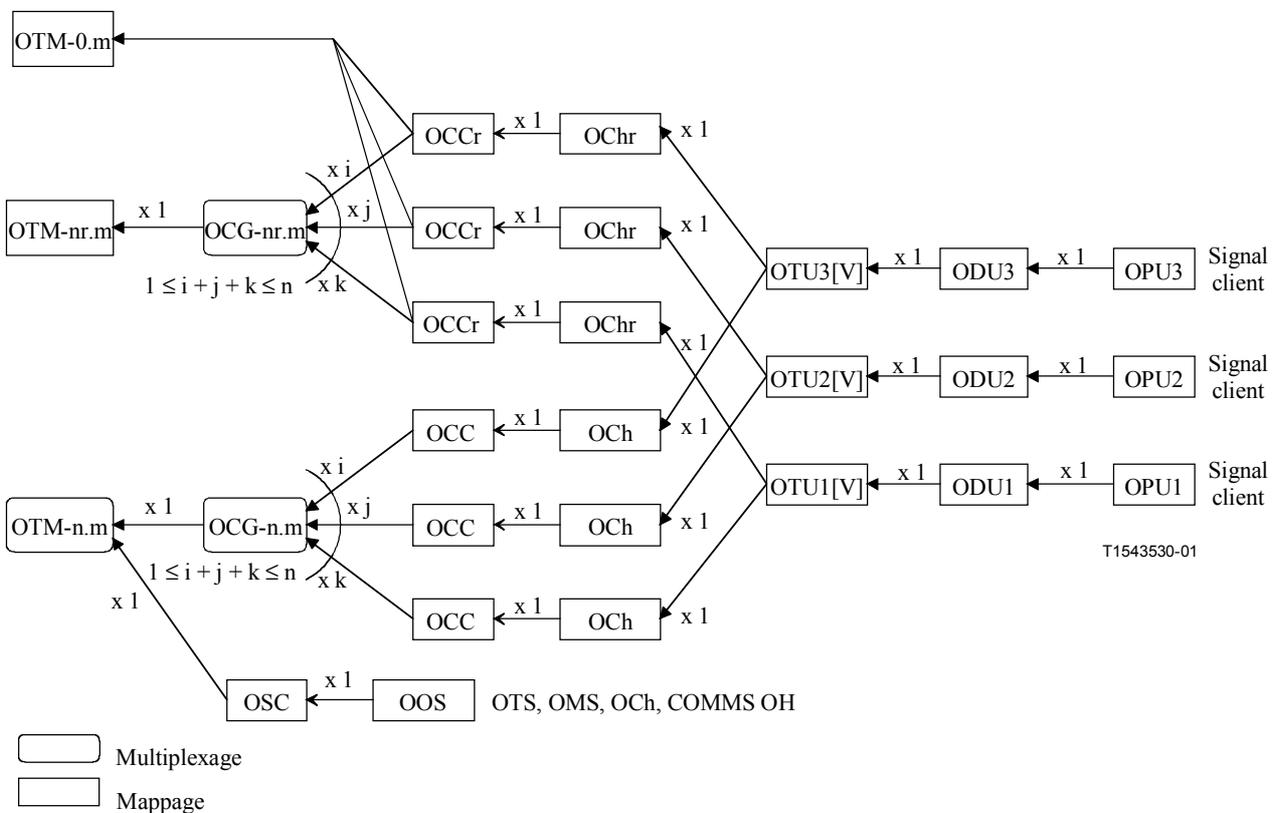


Figure 7-1/G.709/Y.1331 – Structures de multiplexage et de mappage d'une interface OTM

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 est mappé sur l'unité OPU_k. Celle-ci est mappée sur une unité ODU_k et l'unité ODU_k est mappée sur une unité OTU_k[V]. Celle-ci est mappée sur un canal optique OCh[r] et celui-ci 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 ODUk sont définis dans le Tableau 7-2.

Les débits binaires et la capacité de la charge utile OPUk sont définis dans le Tableau 7-3.

Les périodes des trames OTUk/ODUk/OPUk 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 OTUk 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 ODUk 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 – Types d'unités OPU et capacité associées

Type d'unité OPU	Débit binaire nominal de l'unité OPU	Tolérance de débit binaire de l'unité OPU
OPU1	2 488 320 kbit/s	±20.10 ⁻⁶
OPU2	238/237 × 9 953 280 kbit/s	
OPU3	238/236 × 39 813 120 kbit/s	
NOTE – Les débits binaires nominaux des OPUk sont approximativement les suivants: 2 488 320,000 kbit/s (OPU1 Payload), 9 995 276,962 kbit/s (OPU2 Payload) et 40 150 519,322 kbit/s (OPU3 Payload).		

Tableau 7-4/G.709/Y.1331 – Période de trame des unités OTUk/ODUk/OPUk

Type d'unité OTU/ODU/OPU	Durée (Note)
OTU1/ODU1/OPU1	48,971 µs
OTU2/ODU2/OPU2	12,191 µs
OTU3/ODU3/OPU3	3,035 µs
NOTE – La période est une valeur approximative, arrondie à trois chiffres.	

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 (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.

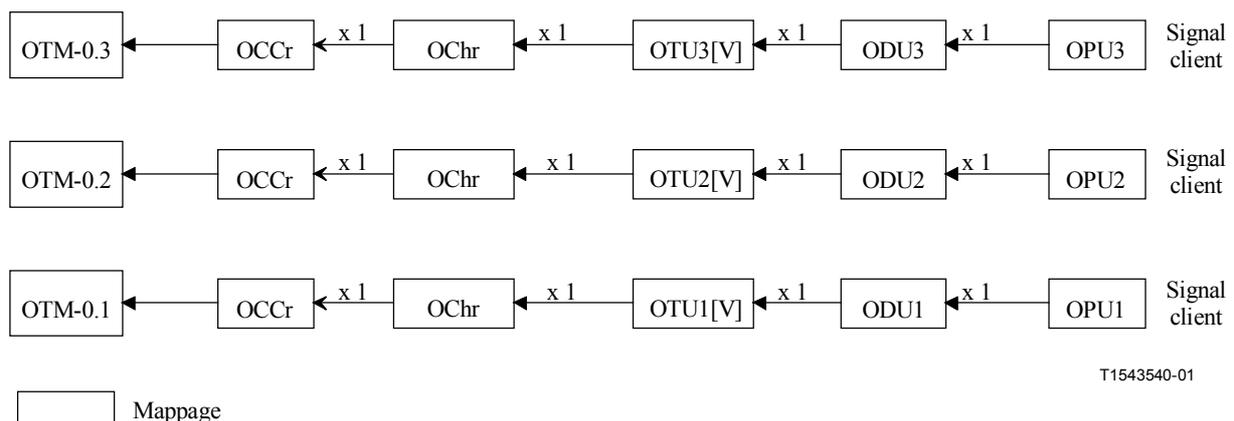


Figure 8-1/G.709/Y.1331 – Structure de l'interface OTM-0.m

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.m 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.

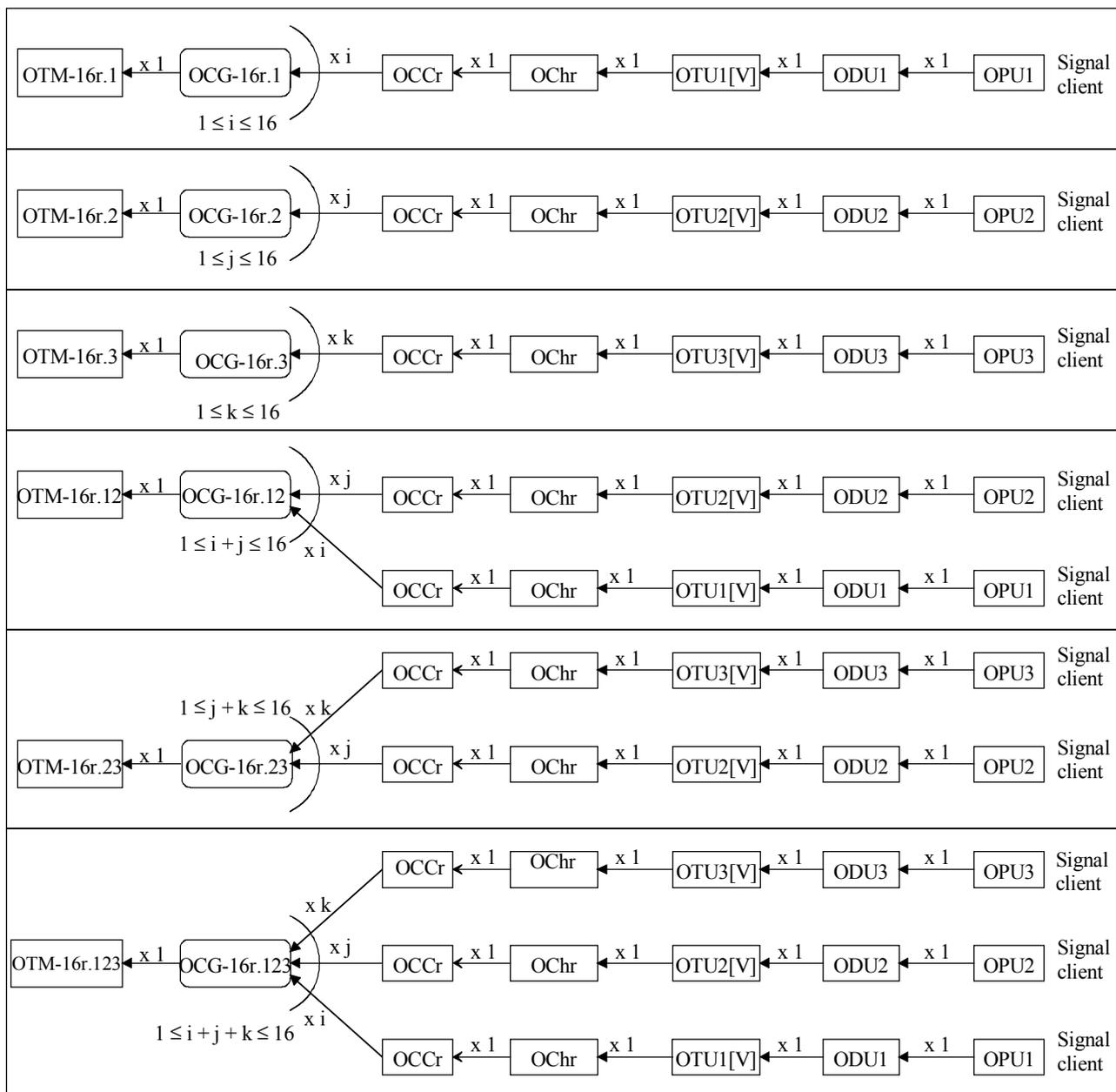
Le signal OTM-16r.m est un signal OTM-nr.m comportant 16 porteuses de canal optique (OCCr) numérotées de OCCr #0 à OCCr #15 (Figure 6-5). Il n'y a ni canal de supervision optique (OSC) ni signal OOS.

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.



 Multiplexage
 Mappage

T1543550-01

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.

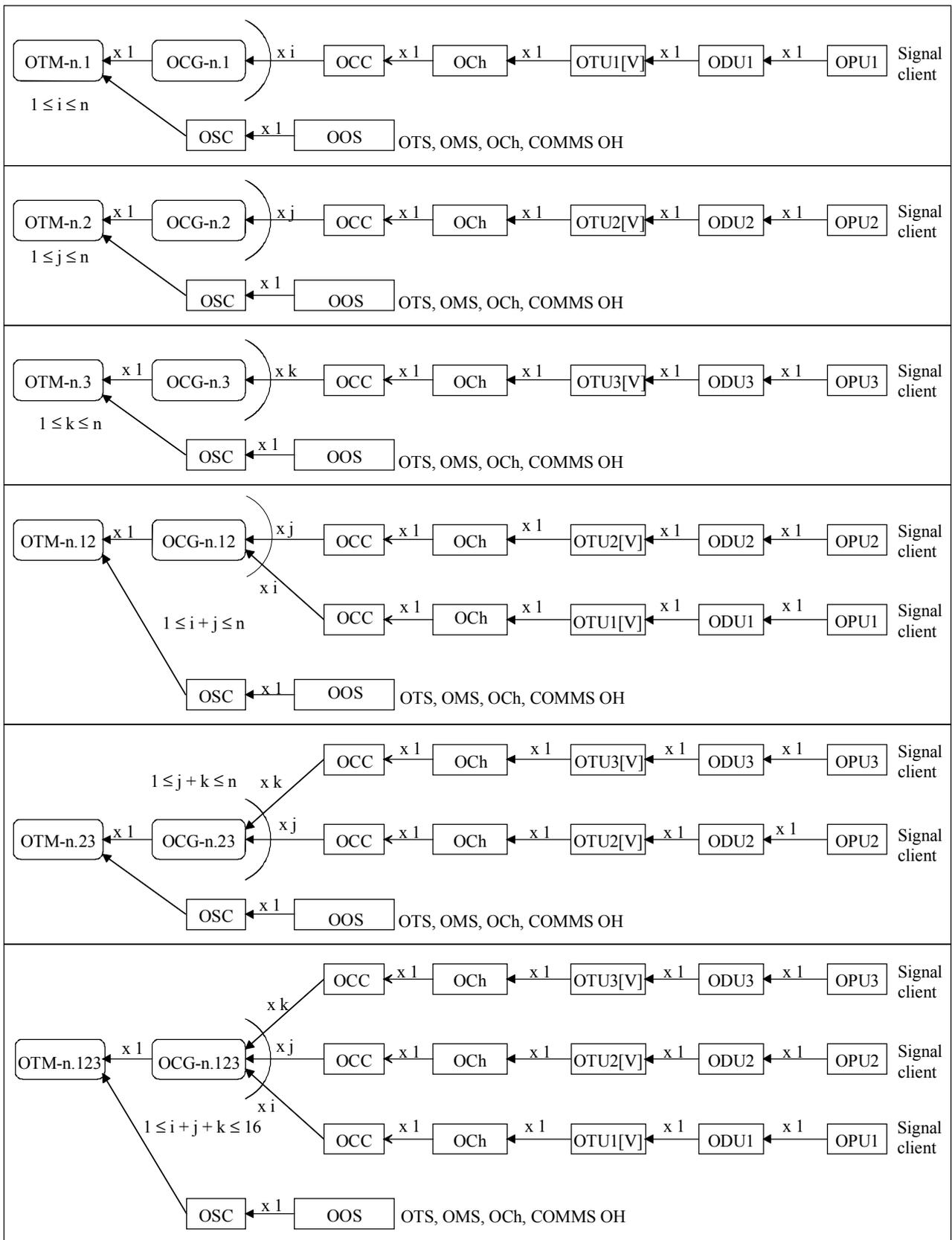
Six signaux d'interface OTM-n sont définis, à savoir:

- 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 (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.



T1543560-01

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 et OTM-0.2 sont spécifiées dans UIT-T G.959.1.

La spécification des caractéristiques physico-optiques du signal OTM-0.3 appelle un complément d'étude.

9.2 OTM-16r.m

Les caractéristiques physico-optiques des signaux OTM-16r.1 et OTM-16r.2 sont spécifiées dans 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

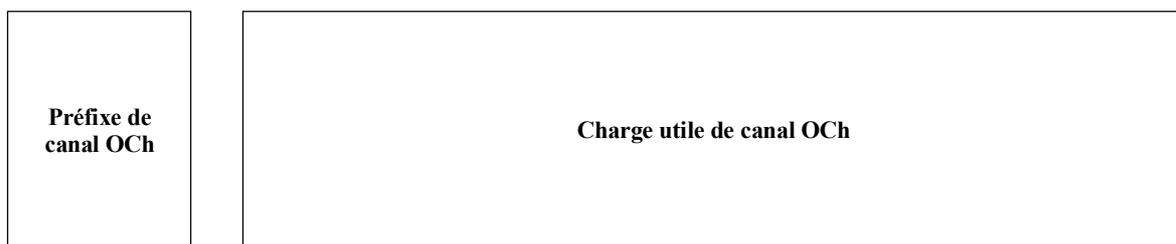
La spécification des caractéristiques physico-optiques de l'interface OTM-n.m est propre au vendeur et hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

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.

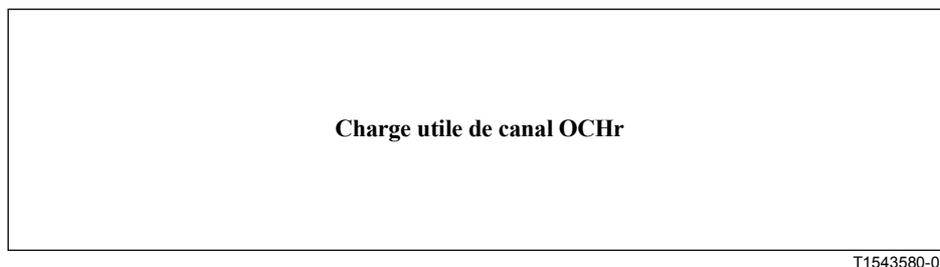


T1543570-01

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.



T1543580-01

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

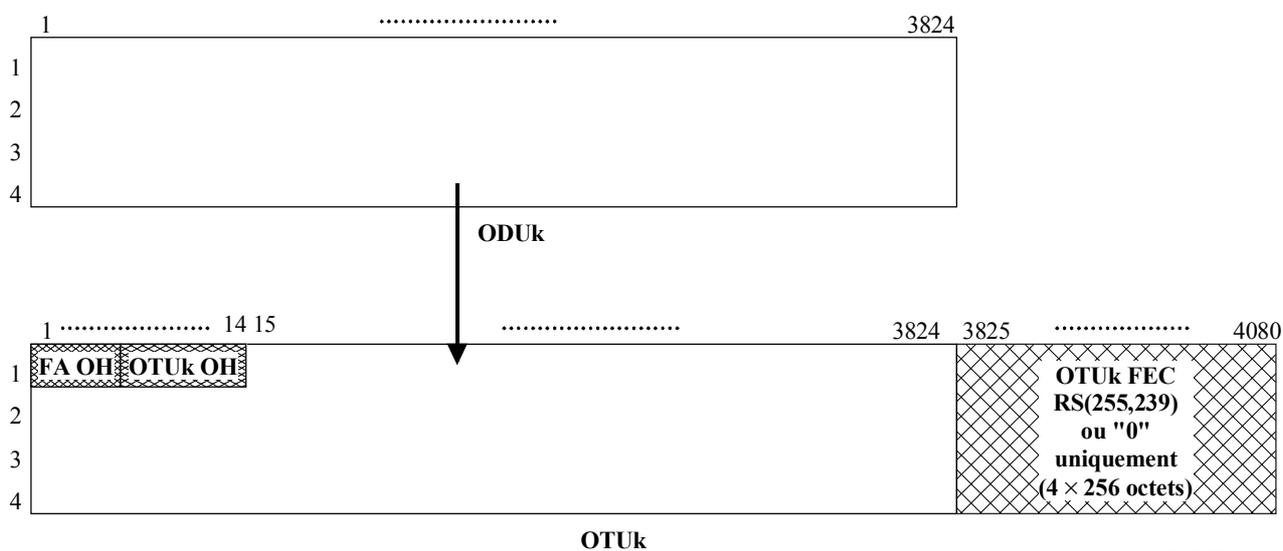
11 Unité de transport de canal optique (OTU)

L'unité OTU_k[V] conditionne l'unité ODU_k pour le transport sur une connexion de réseau de canaux optiques. La structure de trame des unités OTU_k est complètement normalisée. La structure de trame des unités OTU_kV 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 OTU_k

La structure de trame OTU_k (k = 1, 2, 3) est fondée sur la structure de trame ODU_k et la complète avec une correction d'erreur directe (FEC) comme indiqué à la Figure 11-1. On ajoute 256 colonnes à la trame ODU_k pour la FEC et les octets de préfixe réservés dans la rangée 1, colonnes 8 à 14 du préfixe ODU_k, sont utilisés pour le préfixe propre à l'OTU_k, 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.

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



T1542400-00

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

La correction d'erreur directe OTU_k (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 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 (Figure 11-2).

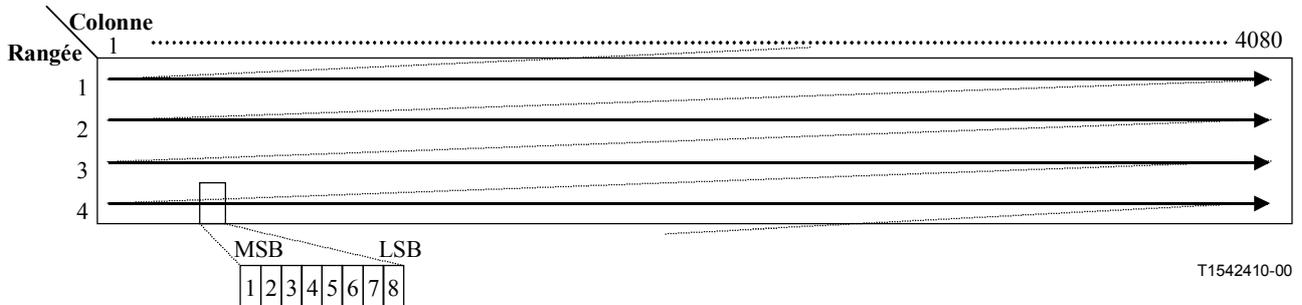


Figure 11-2/G.709/Y.1331 – Ordre de transmission des bits d'une trame OTUK

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.

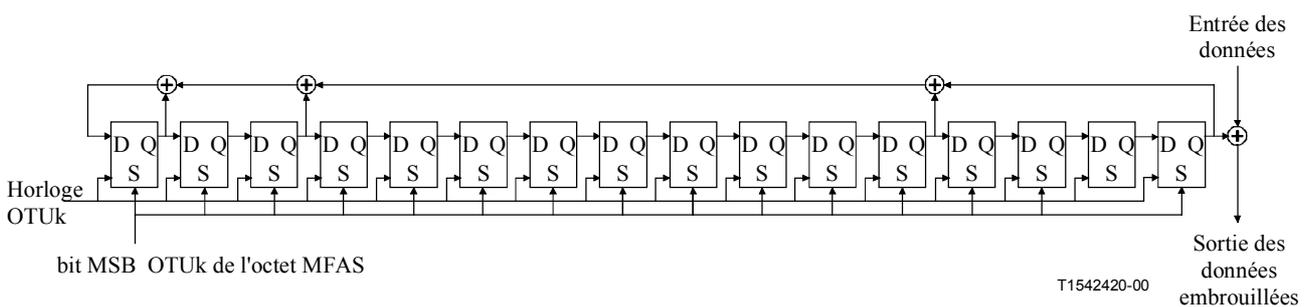


Figure 11-3/G.709/Y.1331 – Embrouilleur synchrone de trame

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 trame 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 trame (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.

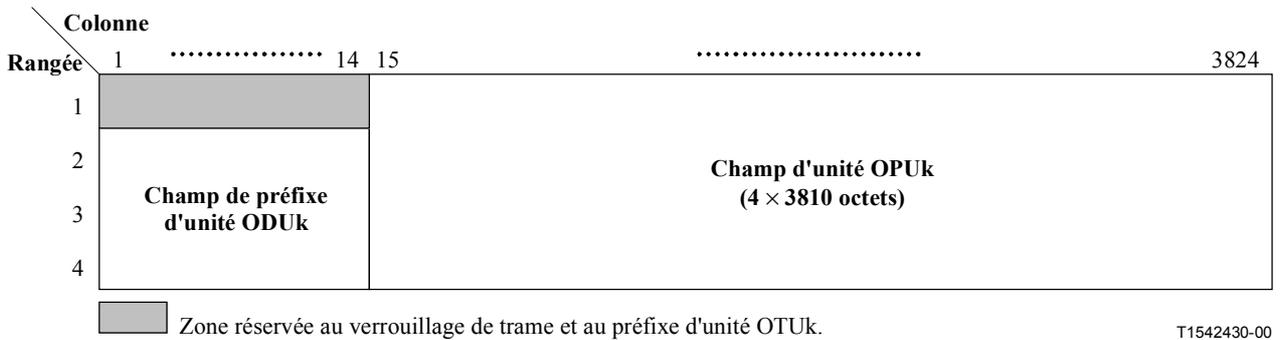


Figure 12-1/G.709/Y.1331 – Structure de trame d'unité ODUk

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 trame 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 3810 colonnes.

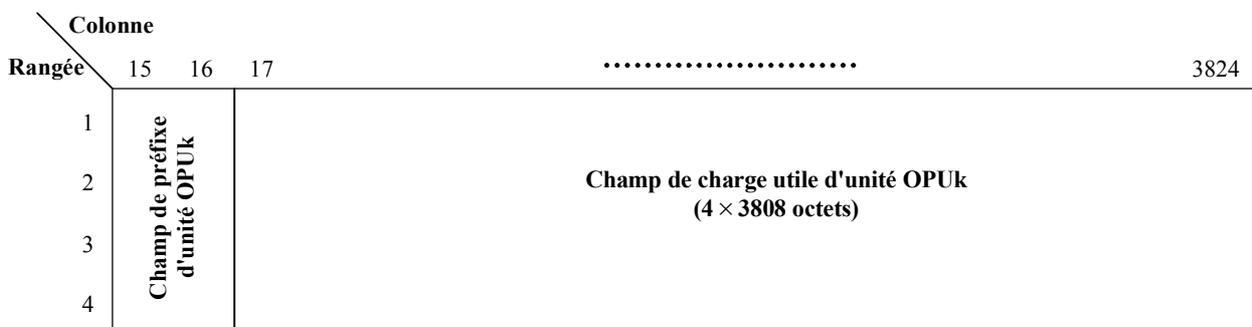


Figure 13-1/G.709/Y.1331 – Structure de la trame d'unité OPUk

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 OPUk 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

Une vue générale des préfixes OTS, OMS et OCh est présentée à la Figure 15-1.

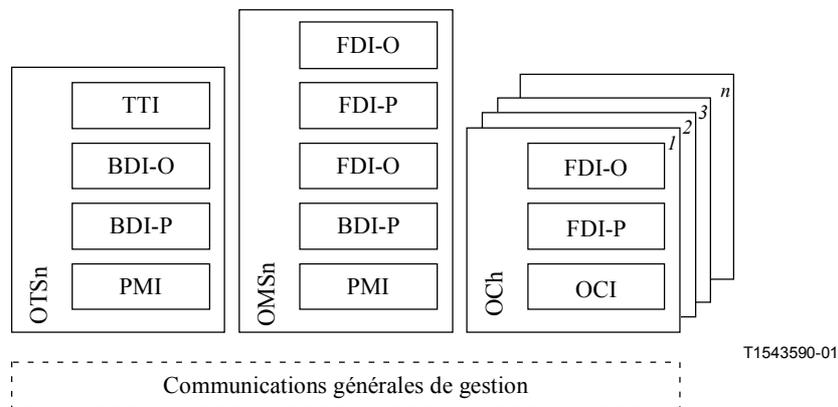
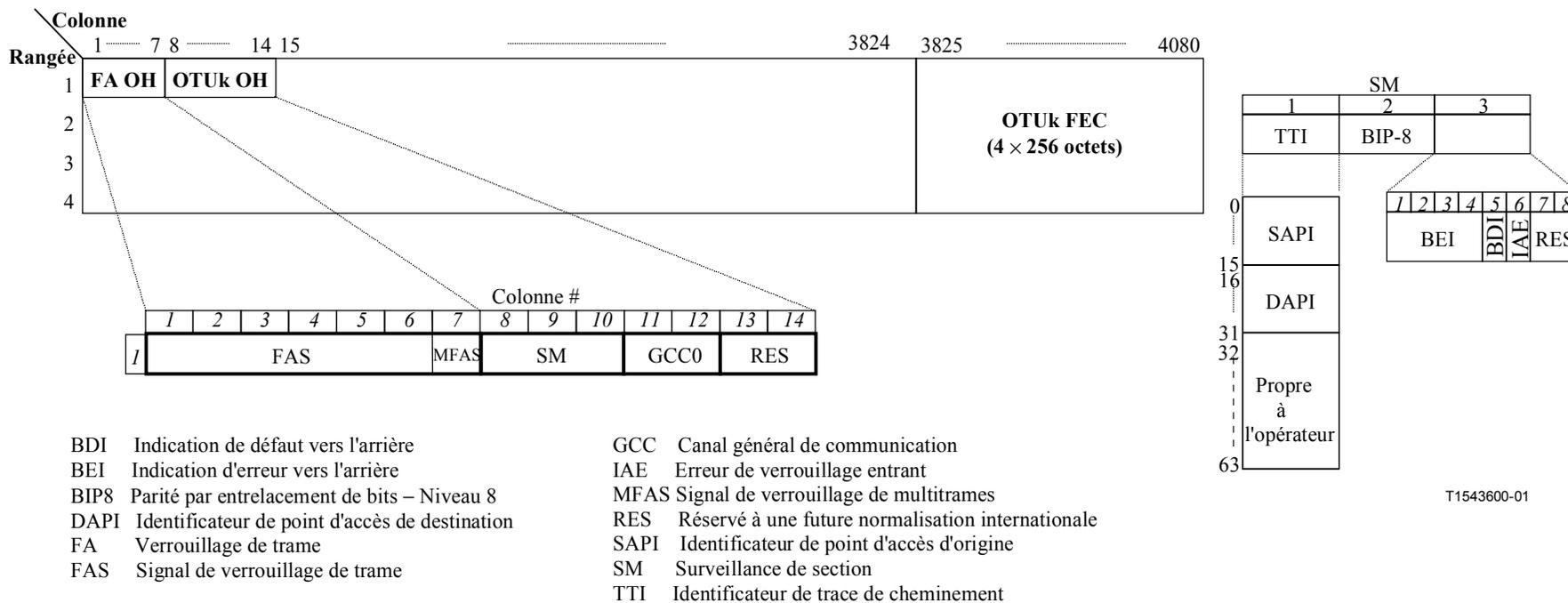


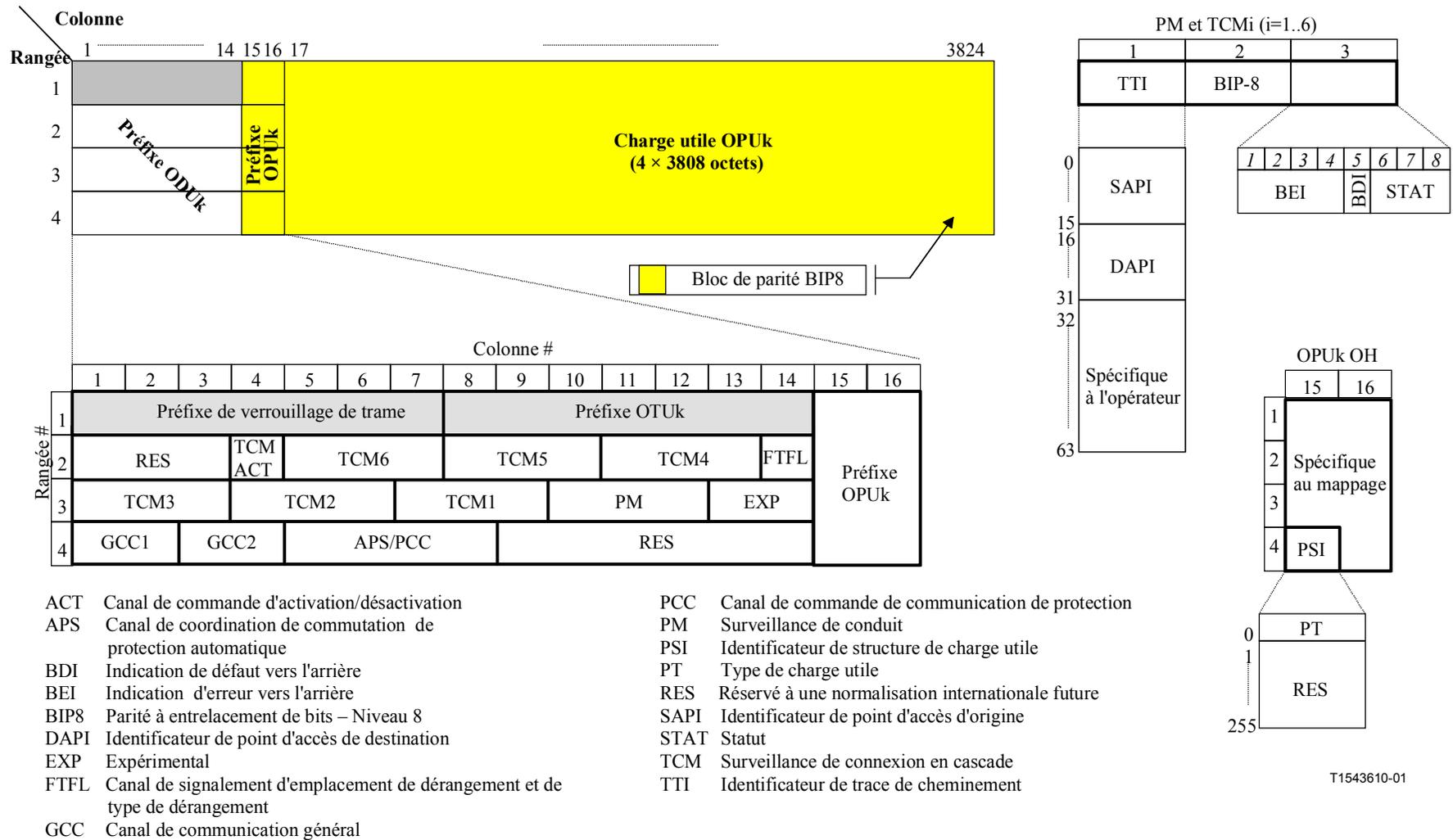
Figure 15-1/G.709/Y.1331 – Présentation des préfixes OTSn, OMSn et OCh sous la forme d'éléments logiques intégrés au signal OOS

Une vue générale des préfixes OTUk, ODUk et OPUk est présentée aux Figures 15-2 et 15-3.



T1543600-01

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



T1543610-01

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

15.1 Types de préfixe

15.1.1 Préfixe d'unité de charge utile de canal optique (OPUk OH)

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)

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)

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)

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)

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)

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)

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) est défini comme étant une chaîne de 64 octets dont la structure est la suivante (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.

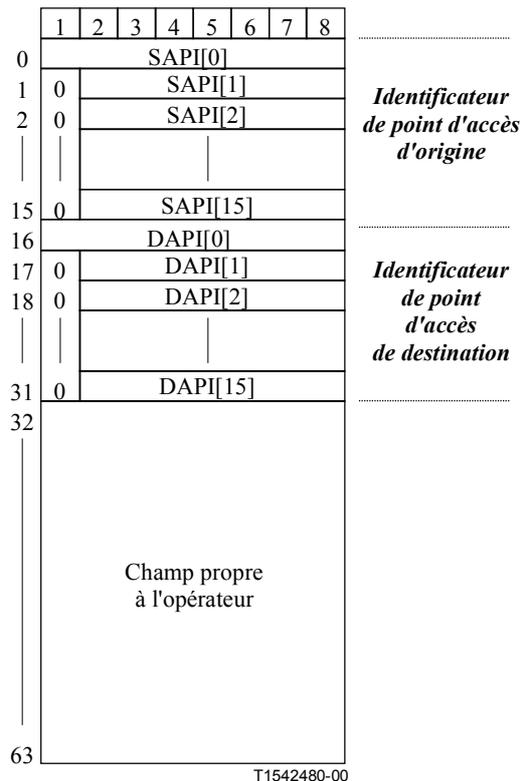


Figure 15-4/G.709/Y.1331 – Structure de l'identificateur de trace de chemin (TTI)

Les caractéristiques des identificateurs de point d'accès (API) 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 à douze caractères (NS) (Figure 15-5). Ces caractères doivent être codés conformément à 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					

T1542490-00

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) 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 UIT-T M.1400. Ce code comporte 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 OMS_n, le signal OMS_n-BDI-P achemine en amont l'indication de défaut du signal de charge utile de section OMS_n détecté dans la fonction puits de terminaison de section OMS_n.

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 trame d'unité OTUk/ODUk

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

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

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

T1542500-00

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

15.6.2 Définition des préfixes de verrouillage de trame OTUk/ODUk

15.6.2.1 Signal de verrouillage de trame (FAS)

Un signal de verrouillage de trame OTUk-FAS à 6 octets (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	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
OA1		OA1		OA1		OA2		OA2		OA2																	

T1542510-00

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

15.6.2.2 Signal de verrouillage de multitrame (MFAS)

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 multitrame nécessiteront l'exécution d'un processus de verrouillage de multitrame, en plus du processus de verrouillage de trame OTUk/ODUk.

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

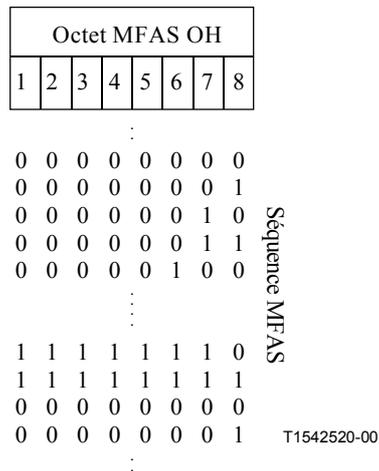


Figure 15-8/G.709/Y.1331 – Préfixe de signal de verrouillage de multitrame

Chaque signal de préfixe OTUk/ODUk peut utiliser cette multitrame centrale pour verrouiller la multitrame 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.

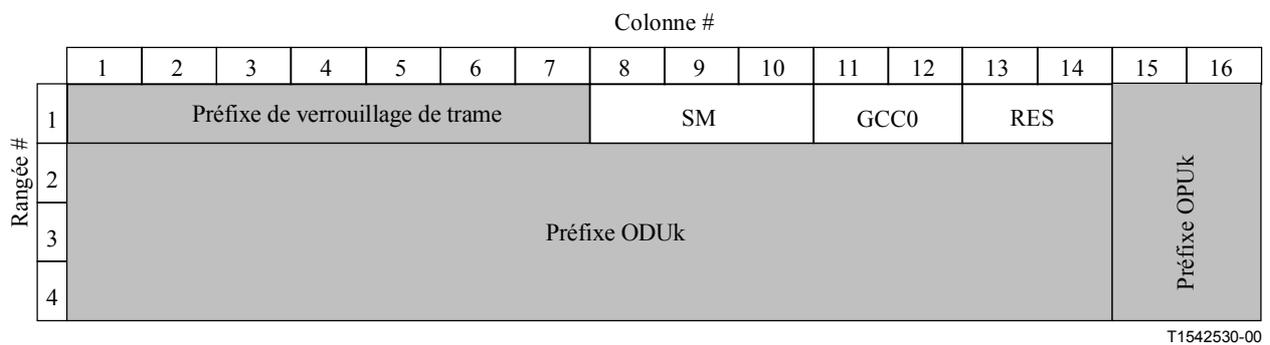


Figure 15-9/G.709/Y.1331 – Préfixe OTUk

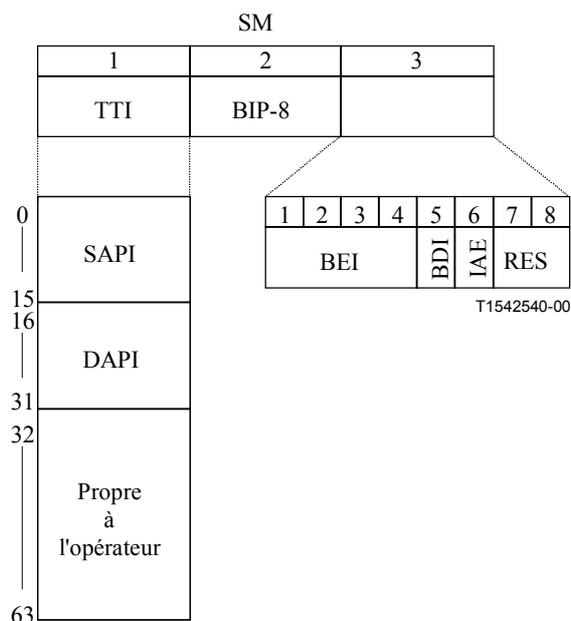


Figure 15-10/G.709/Y.1331 – Préfixe de surveillance de section OTUk

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) OTUk est défini dans la rangée 1, colonnes 8 à 10 pour la surveillance de section.

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

- 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);
- erreur d'alignement entrante (IAE);
- 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 multitrame OTUk (voir le § 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 de multitrame 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).

NOTE – La notation *BIP-8* désigne uniquement le nombre de bits BIP et non l'utilisation du code de détection d'erreur (c'est-à-dire, les quantités qui font l'objet d'un comptage).

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).

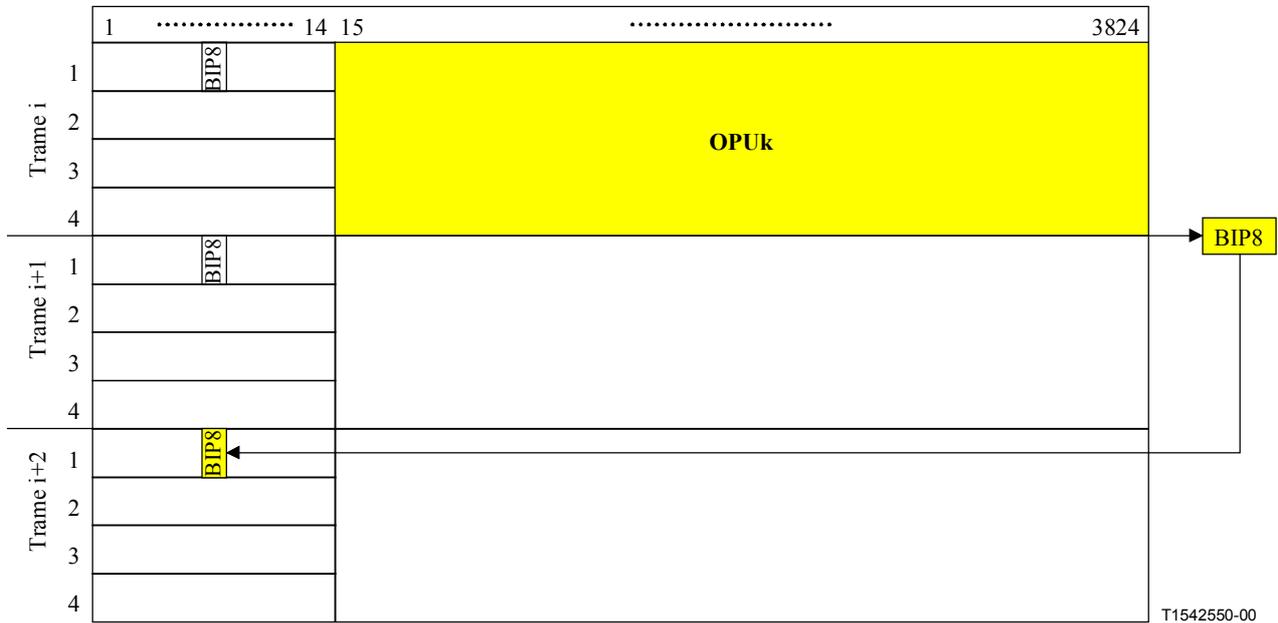


Figure 15-11/G.709/Y.1331 – Calcul des parités BIP-8 OTUk SM

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 vers l'arrière d'erreur de surveillance OTUk SM (BEI)

Pour la surveillance de section, un signal d'indication vers l'arrière d'erreur (BEI) occupant quatre octets est défini pour acheminer en amont le décompte des blocs à entrelacement de bits dont on a détecté qu'ils étaient erronés par le puits de surveillance de section OTUk correspondant au moyen d'un code BIP-8. Ce décompte peut prendre neuf valeurs autorisées à savoir 0-8 erreurs. Les sept valeurs possibles restantes représentées par ces quatre bits peuvent uniquement être consécutives à des conditions non liées et doivent être interprétées comme 0 erreur (Tableau 15-1).

Tableau 15-1/G.709/Y.1331 – Interprétation de l'indication OTUk SM BEI

OTUk SM BEI bits 1234	Violations de BIP
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001 à 1111	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 trame, 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 (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

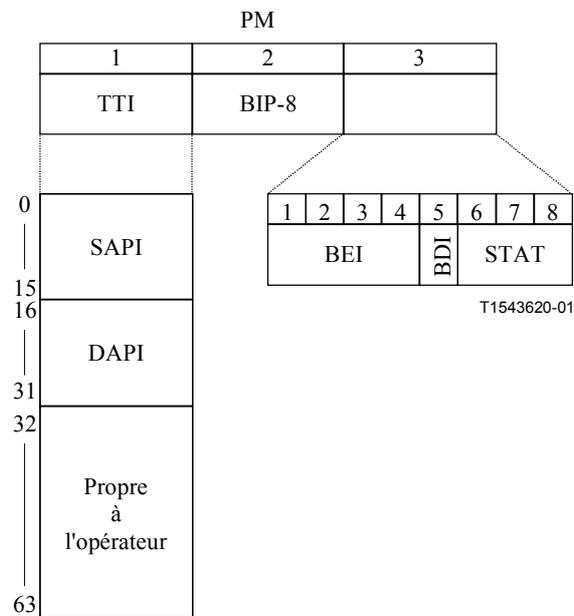
15.8.1 Position du préfixe ODUk OH

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

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

T1543810-01

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



T1543620-01

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

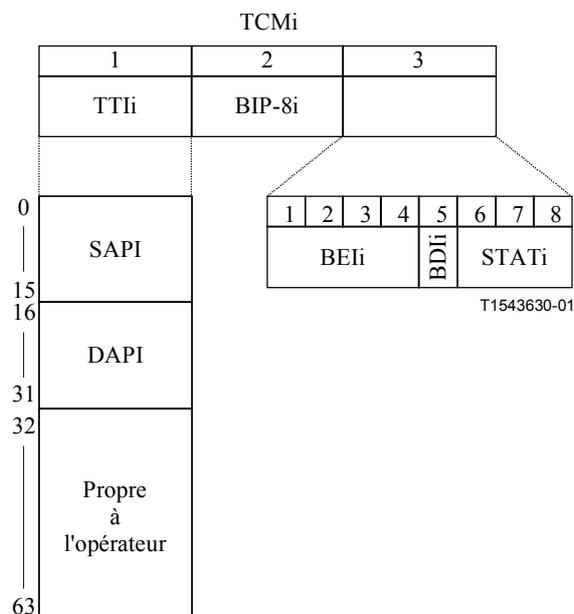


Figure 15-14/G.709/Y.1331 – Préfixe de surveillance de connexion d'unité ODUk en cascade #i

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 (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 kbit 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).

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* (Figure 15-15).

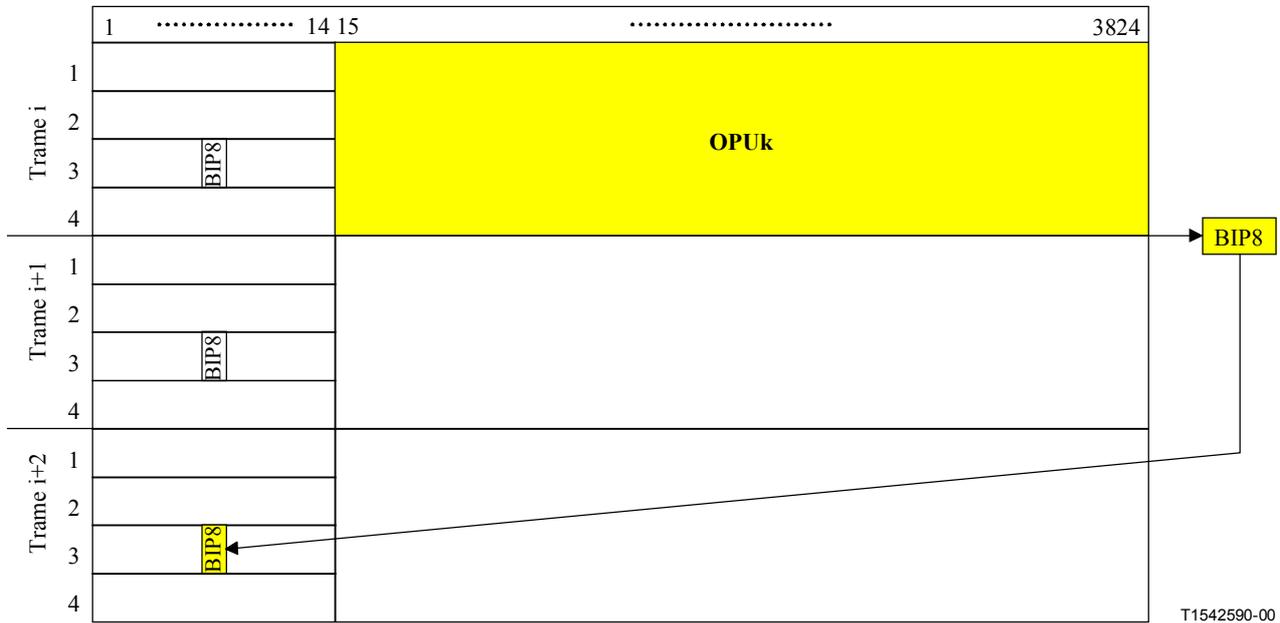


Figure 15-15/G.709/Y.1331 – Calcul du BIP-8 de surveillance PM d'unité ODUk

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. (Tableau 15-2).

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

ODUk PM BEI bits 1234	Violations de BIP
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001 à 1111	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, bits 678	Statut
000	champ réservé pour future normalisation internationale
001	signal de conduit normal
010	champ réservé pour future normalisation internationale
011	champ réservé pour future normalisation internationale
100	champ réservé pour future normalisation internationale
101	signal de maintenance: ODUk-LCK
110	signal de maintenance: ODUk-OCI
111	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 UIT-T G.805 et UIT-T 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 dans une connexion par canal optique commutée;
- surveillance d'une connexion en cascade par canal optique pour 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 (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 (BEI);
- 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.

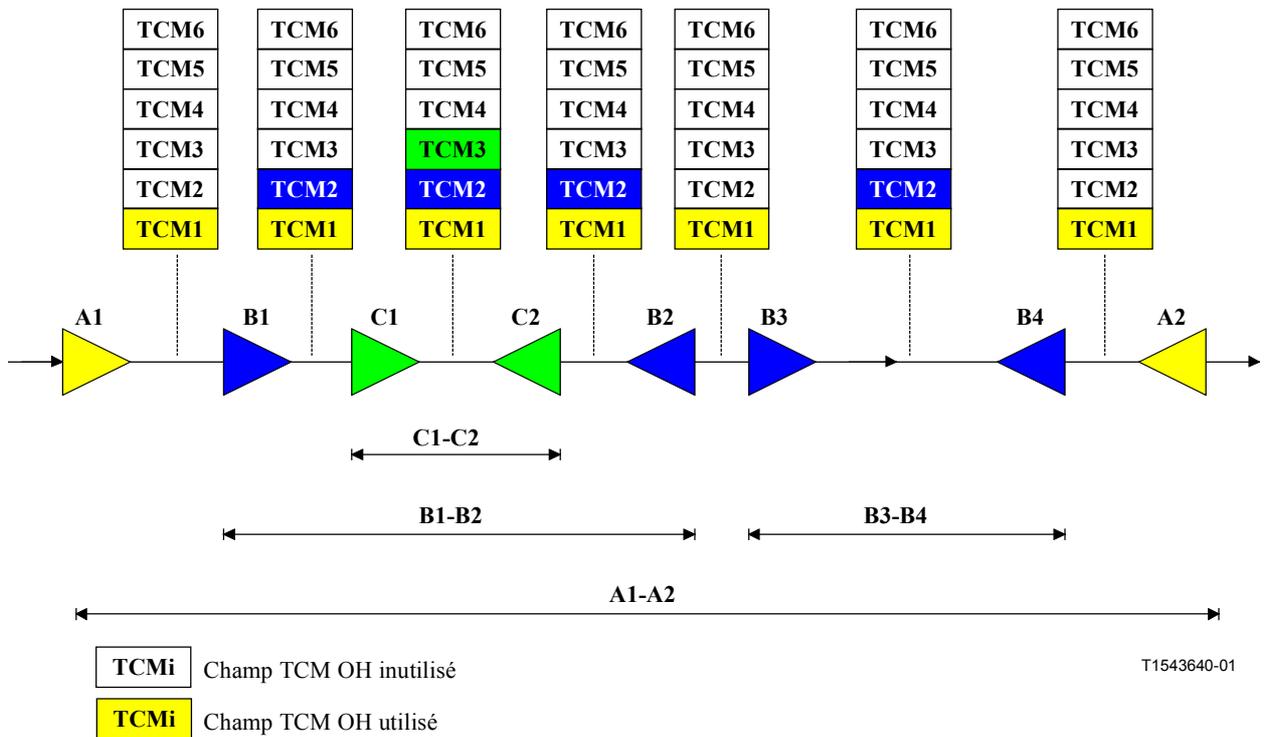


Figure 15-16/G.709/Y.1331 – Exemple de connexions surveillées ODUk imbriquées ou mises en série

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

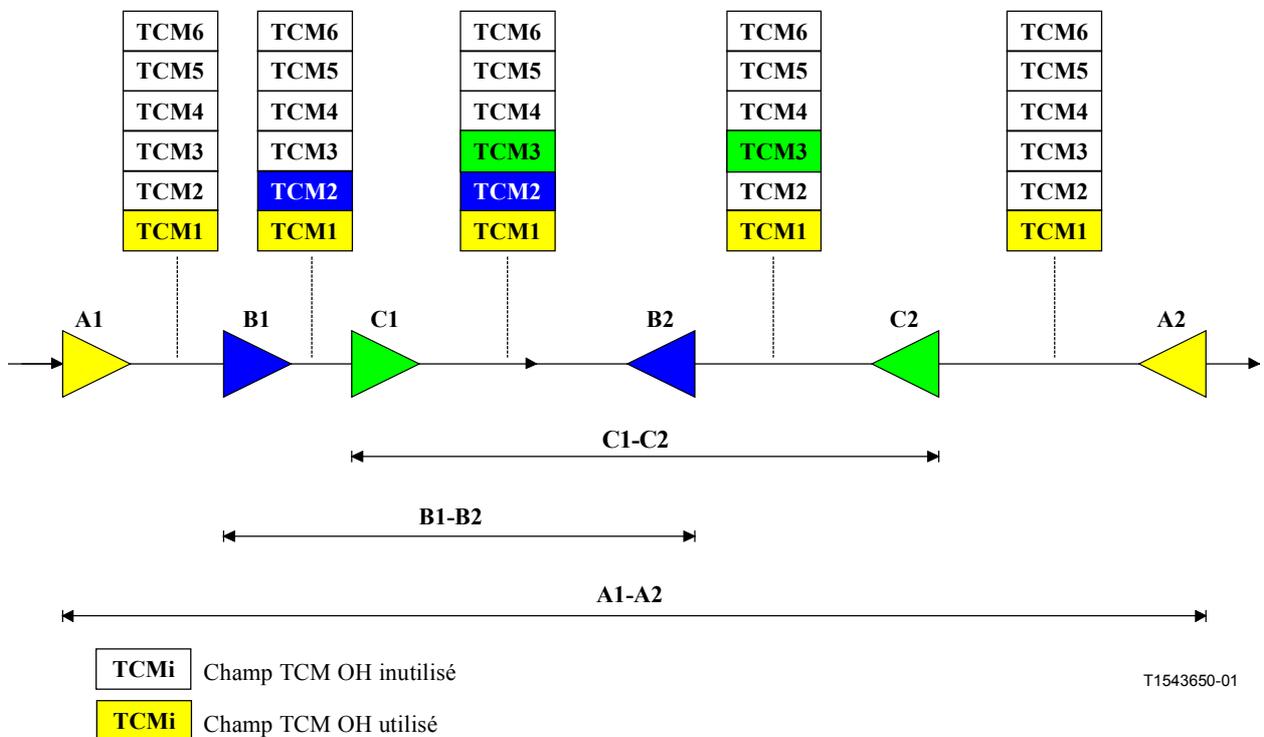


Figure 15-17/G.709/Y.1331 – Exemple de connexions surveillées superposées d'unité ODUk

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).

Chaque BIP-8 ODUk est calculé sur les bits dans la zone OPUk (colonnes 15 à 3824) de la trame iODUk 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 (Figure 15-18).

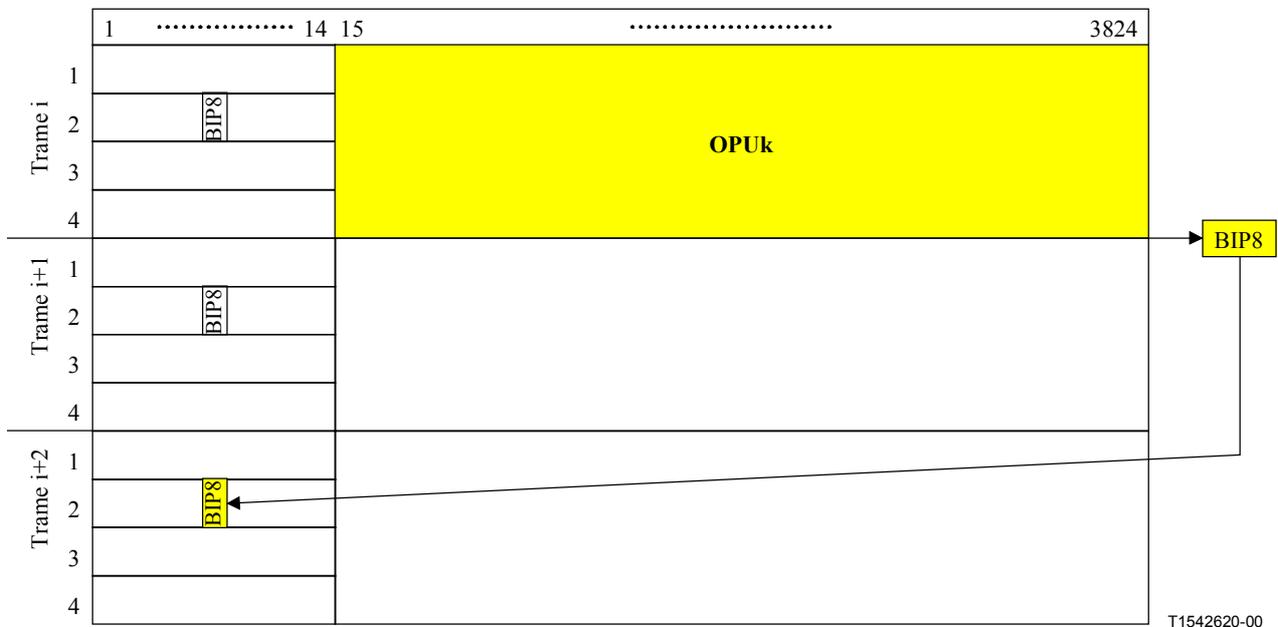


Figure 15-18/G.709/Y.1331 – Calcul du BIP-8 de surveillance TCM d'unité ODUk

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) de surveillance TCM d'unité ODUk

Pour chaque champ de surveillance de connexion en cascade, un signal d'indication d'erreur vers l'arrière à quatre bits est défini pour acheminer en amont le comptage des blocs à entrelacement de bits qui ont été détectés comme étant erronés par le puits de surveillance de connexion en

cascade ODUk correspondant utilisant le code BIP-8. Ce décompte peut prendre neuf valeurs autorisées, à savoir 0 à 8. Les sept autres valeurs possibles ne peuvent qu'être consécutives à une condition non liée et doivent être interprétées comme 0 erreur. (Tableau 15-4).

Tableau 15-4/G.709/Y.1331 – Interprétation de l'indication ODUk TCM BEI

ODUk TCM BEI bits 1234	Violations de BIP
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001 à 1111	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 (Tableau 15-5).

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

Octet TCM 3, bits 678	Statut
000	aucune connexion en cascade source
001	utilisation sans IAE
010	utilisation avec IAE
011	champ réservé pour future normalisation internationale
100	champ réservé pour future normalisation internationale
101	signal de maintenance: ODUk-LCK
110	signal de maintenance: ODUk-OCI
111	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/extraiera 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 maximum (TCM_{max+1} et au-dessus) pourra être/sera écrasé dans le domaine.

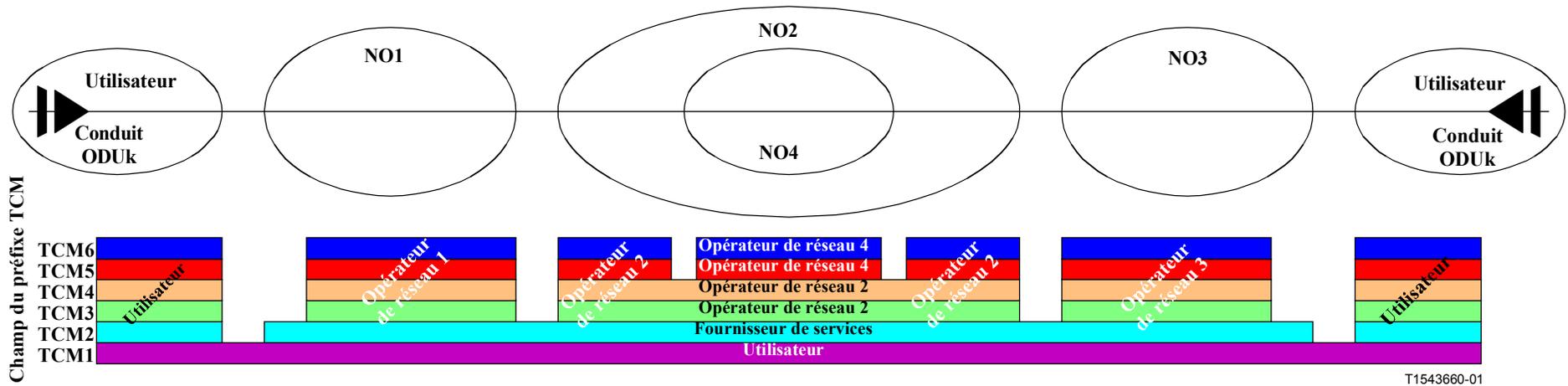
Exemple

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.



T1543660-01

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

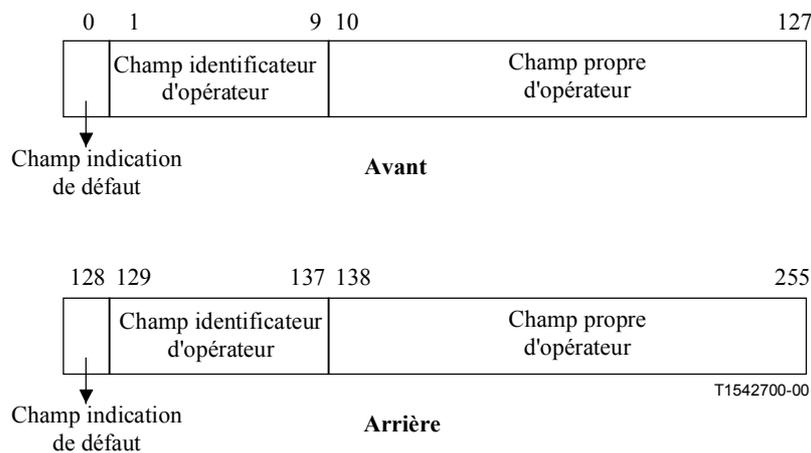


Figure 15-21/G.709/Y.1331 – Structure des champs avant/arrière

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 FTFM 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 15-6. 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 15-6/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									

T1542710-00

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 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 OPUk se compose des éléments suivants: identificateur de structure de charge utile (PSI) incluant le type de charge utile (PT), et le préfixe (c'est-à-dire les bits de justification et d'opportunité) associés au mappage des signaux client avec la charge utile de l'OPUk. Les positions des préfixes OPUk PSI et PT sont indiqués à la Figure 15-23.

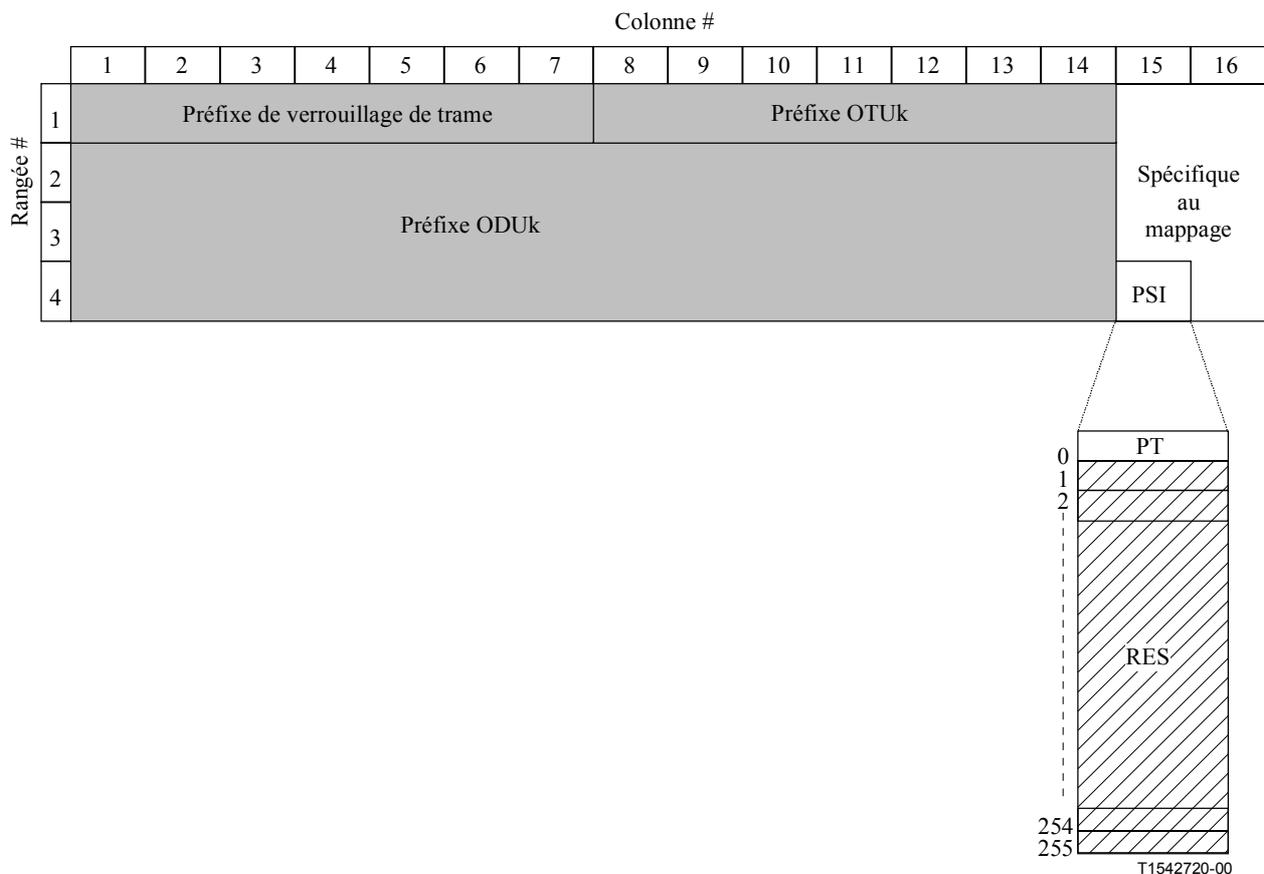


Figure 15-23/G.709/Y.1331 – Préfixe d'unité OPUk

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.).

PSI[0] contient un type de charge utile occupant un octet. Les PSI[1] à PSI[255] sont réservés à une normalisation internationale future (RES), sauf le PT 0x01 (mappage expérimental) et les PT 80 à 0x8F (réservé à un usage spécifique).

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 15-7.

Tableau 15-7/G.709/Y.1331 – Séquences codées en binaire de type de charge utile

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Code Hex (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 le § 17.1
0 0 0 0	0 0 1 1	03	Mappage CBR synchrone avec les bits, voir le § 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 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 1 0 1	0 1 0 1	55	Champ indisponible (Note 2)
0 1 0 1	0 1 1 0	66	Champ 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 nul, 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	Champ indisponible (Note 2)

NOTE 1 – 228 codes de réserve ont été laissés pour future normalisation internationale.

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

NOTE 3 – La valeur "01" ne doit être utilisée que dans les cas où un code de mappage n'est pas défini dans le présent tableau. En utilisant ce code, les activités de développement (expérimentales) n'ont pas d'effets sur le réseau OTN. Il n'y a pas de compatibilité avant si un type de charge utile spécifique est assigné ultérieurement. Si un nouveau code est assigné, l'équipement utilisant ce code doit être reconfiguré pour utiliser le nouveau code.

NOTE 4 – Ces 16 valeurs de code ne feront pas l'objet d'une normalisation.

15.9.2.1.2 Préfixe réservé d'identificateur de structure de charge utile OPUk (RES)

Dans l'identificateur OPUk, PSI 255 octets sont réservés à une normalisation internationale à venir, sauf pour les codes PT 0x01, 0x80-0x8F. Ces octets se trouvent dans les positions PSI[1] à [PSI255] du préfixe OPUk. Ces octets sont tous occupés par des "0".

15.9.2.2 Préfixe spécifique au mappage OPUk

Sept octets du préfixe OPUk sont réservés au préfixe spécifique au mappage. Ces octets sont situés dans les rangées 1 à 3, colonnes 15 et 16 et rangée 4, colonne 16.

L'utilisation de ces octets dépend du mappage de signal propre au client (défini au § 17).

16 Signaux de maintenance

Un signal d'indication d'alarme (AIS) 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) 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) 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 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 (Figure 16-1) est un signal AIS (§ 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.

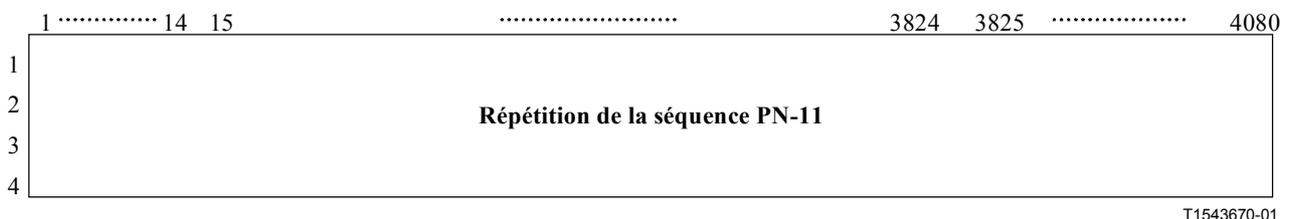


Figure 16-1/G.709/Y.1331 – Signal OTUk-AIS

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 trame (FA OH), du préfixe OTUk (OTUk OH) et du canal ODUk FTFL (Figure 16-2).

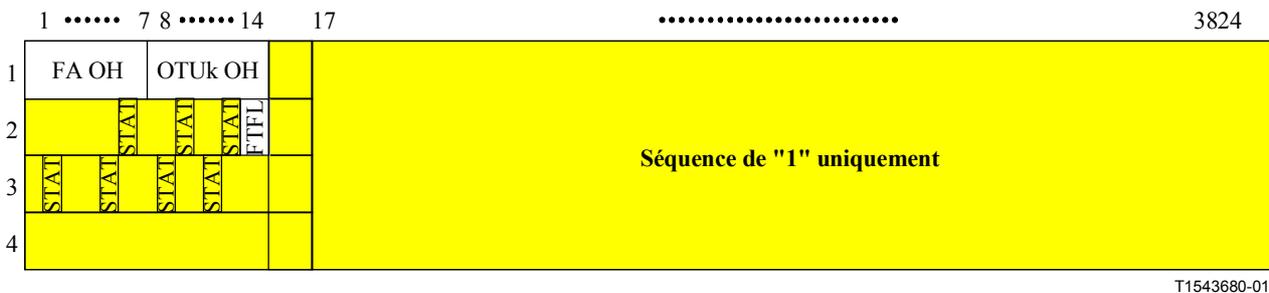


Figure 16-2/G.709/Y.1331 – Signal ODUk-AIS

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 trame (FA OH) et du préfixe OTUk (OTUk OH) (Figure 16-3).

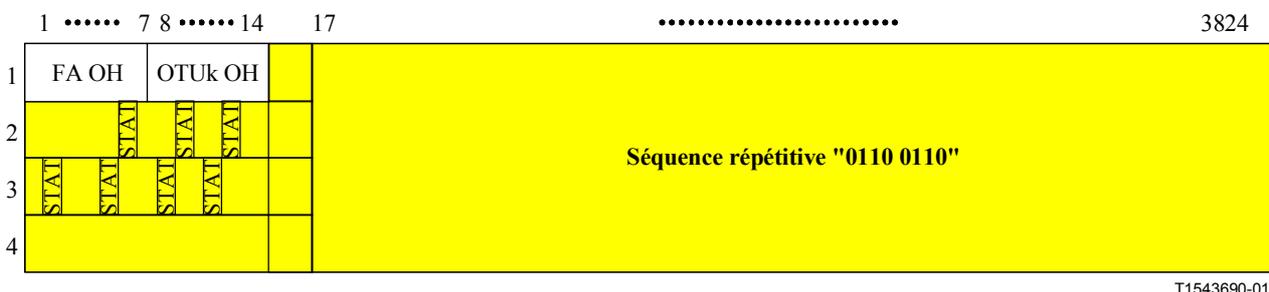


Figure 16-3/G.709/Y.1331 – Signal ODUk-OCI

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.

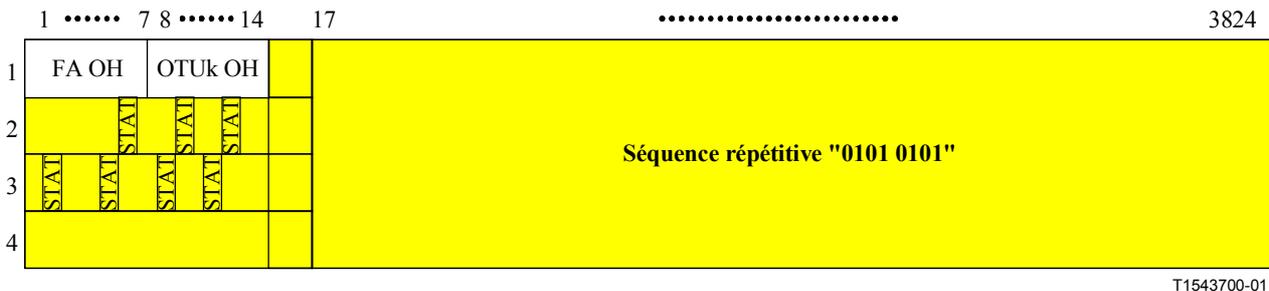
De plus, avant d'être présenté à l'interface OTM, le signal ODUk-OCI peut être étendu avec un ou plusieurs niveaux de connexion en cascade ODUk, GCC1, GCC2, EXP ou avec un préfixe

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-ODI 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 trame (FA OH) et du préfixe OTUk (OTUk OH) (Figure 16-4).



T1543700-01

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.

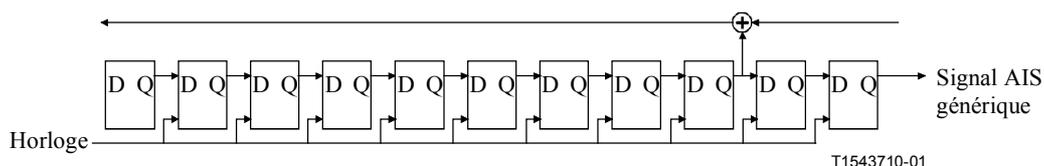
La présence d'un signal ODUk-LCK est détectée par surveillance des bits STAT d'unité ODUk dans les champs de préfixe PM et TCMi.

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) 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.)



T1543710-01

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 (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 $\pm 45 \cdot 10^{-6}$.

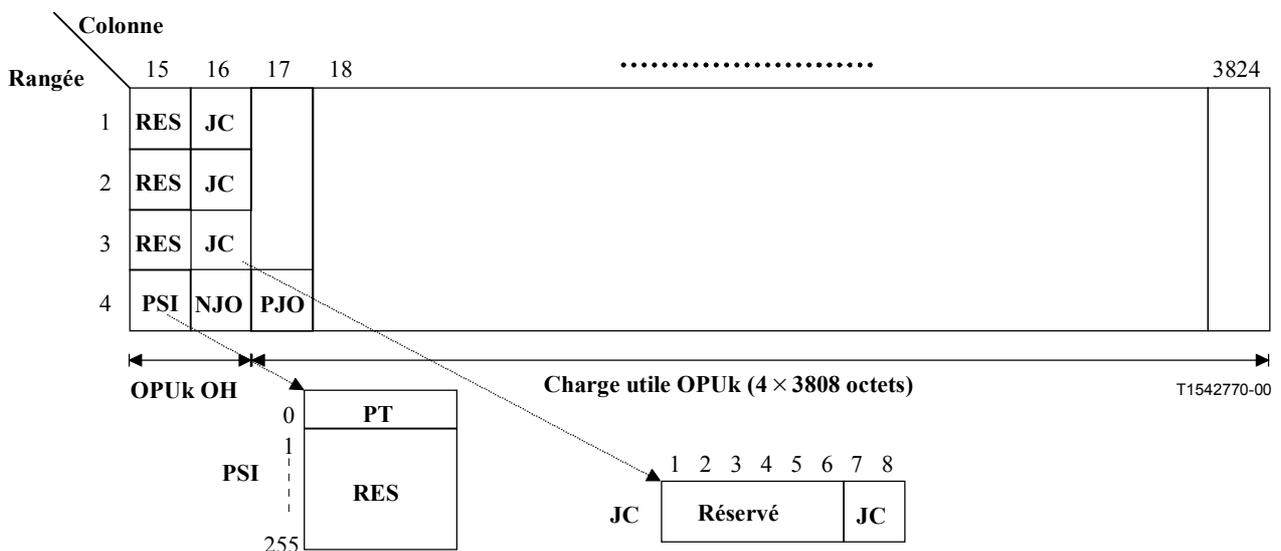


Figure 17-1/G.709/Y.1331 – Structure de la trame OPUk pour le mappage d'un signal CBR2G5, CBR10G ou CBR40G

Le préfixe OPUk pour ces mappages se compose d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) incluant un type de charge utile (PT), de trois octets de contrôle de justification (JC, *justification control*), d'un octet de justification négative (NJO, *negative justification opportunity*), et de trois octets réservés à une normalisation internationale future (RES). Les octets JC se composent de deux bits pour la commande de justification et de six bits réservés à une normalisation internationale future.

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 [78]	NJO	PJO
00	octet de justification	octet de données
01	octet de données	octet de données
10	non produit	
11	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 [78]	NJO	PJO
00	octet de justification	octet de données
01	non produit	
10		
11		

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

JC [78]	NJO	PJO
00	octet de justification	octet de données
01	octet de données	octet de données
10 (Note)	octet de justification	octet de données
11	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 OPU_k 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 OPU_k utilisant un système de justification positif/négatif/zéro (pnz).

Mappage avec synchronisation des bits

L'horloge OPU_k 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 OPU_k 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 OPU_k sans utiliser la capacité de justification à l'intérieur de la trame OPU_k: 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 (Figure 17-2). Une fois par trame OPU1, il est possible d'exécuter une action de justification positive ou négative.

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

T1542780-00

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 (Figure 17-3). On ajoute 64 octets de bourrage fixe (FS) dans les colonnes 1905 à 1920. Une fois par trame OPU2, il est possible d'exécuter une action de justification positive ou négative.

	15	16	17	.....	1904	1905	.....	1920	1921	.....	3824
1	RES	RES	JC		118 × 16D			16FS			119 × 16D
2	RES	RES	JC		118 × 16D			16FS			119 × 16D
3	RES	JC			118 × 16D			16FS			119 × 16D
4	PSI	NJO	PJO		15D + 117 × 16D			16FS			119 × 16D

T1542790-00

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 (Figure 17-4). On ajoute 128 octets de bourrage fixe (FS) 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.

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

T1542800-00

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 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 (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 (15 232 octets) n'est pas un multiple entier de longueur de cellules (53 octets), une cellule peut déborder de la limite d'une trame OPUk.

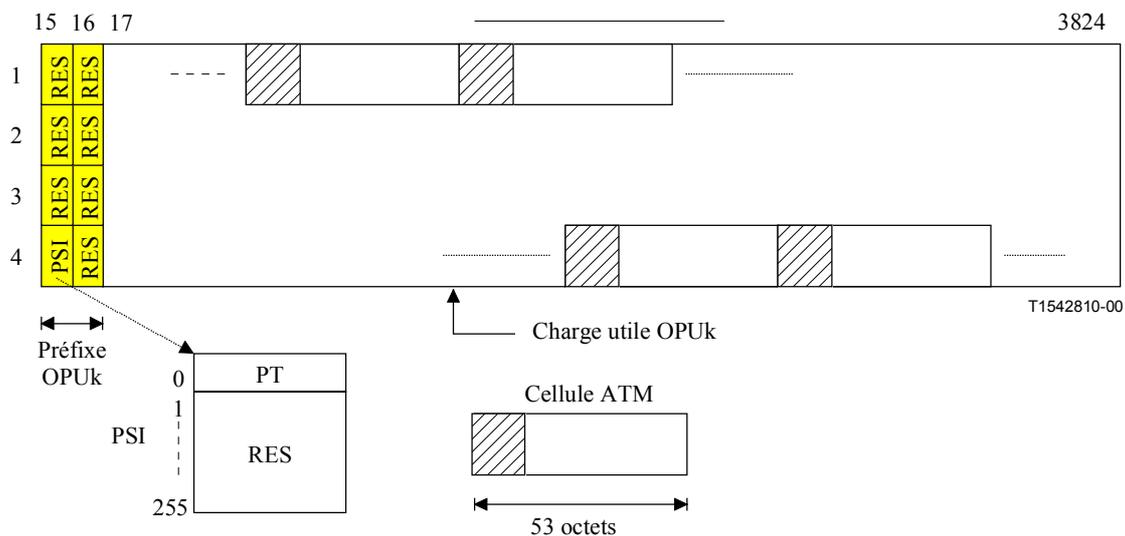


Figure 17-5/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk et mappage de cellules ATM en unités OPUk

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 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 trame 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 de préfixe (HEC, *header error control*), qui peut être utilisé de manière analogue à un mot de verrouillage de trame 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 bit) 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 trame 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 UIT-T I.432.1

Le préfixe OPUk pour le mappage ATM se compose d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) incluant le type de charge utile (PT) et sept octets réservés à une normalisation internationale future (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 (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.

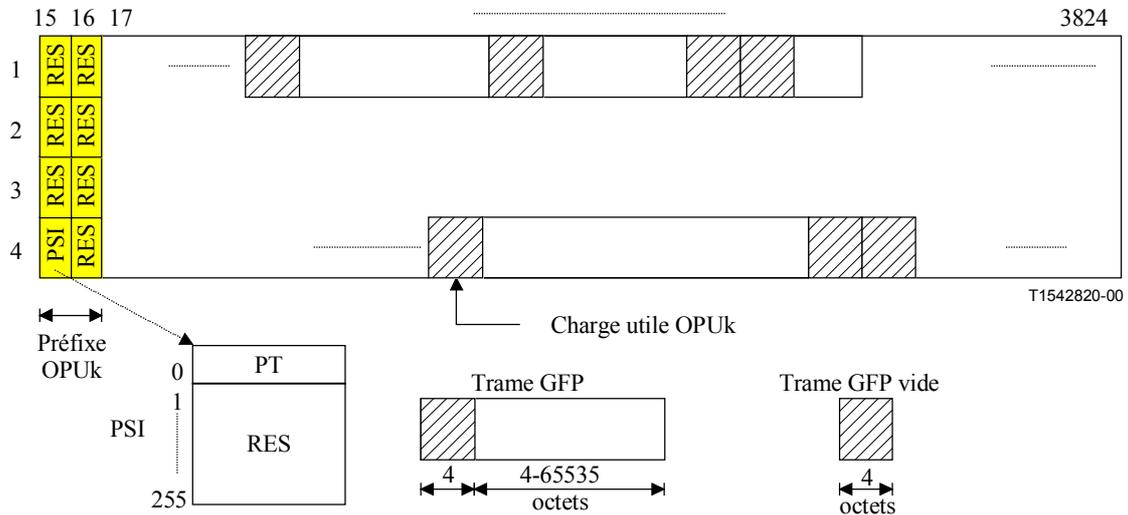


Figure 17-6/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk et mappage de trame GFP en unités OPUk

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 FP 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 OPUk pour le mappage GFP se compose d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) incluant le type de charge utile (PT) et sept octets réservés à une normalisation internationale future (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 (Figure 17-7) est défini pour les tests. Il est appelé client NULL.

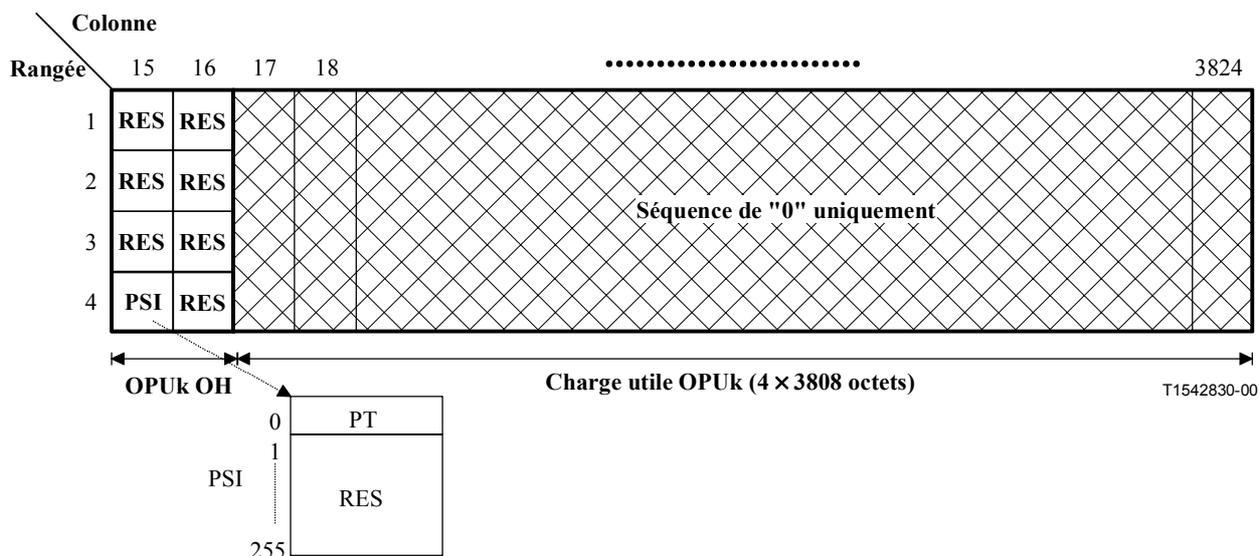


Figure 17-7/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk et mappage du client NULL en unités OPUk

Le préfixe OPUk pour le mappage du client NULL se compose d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) incluant un type de charge utile (PT) et sept octets réservés à une normalisation internationale future (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 (Figure 17-8).

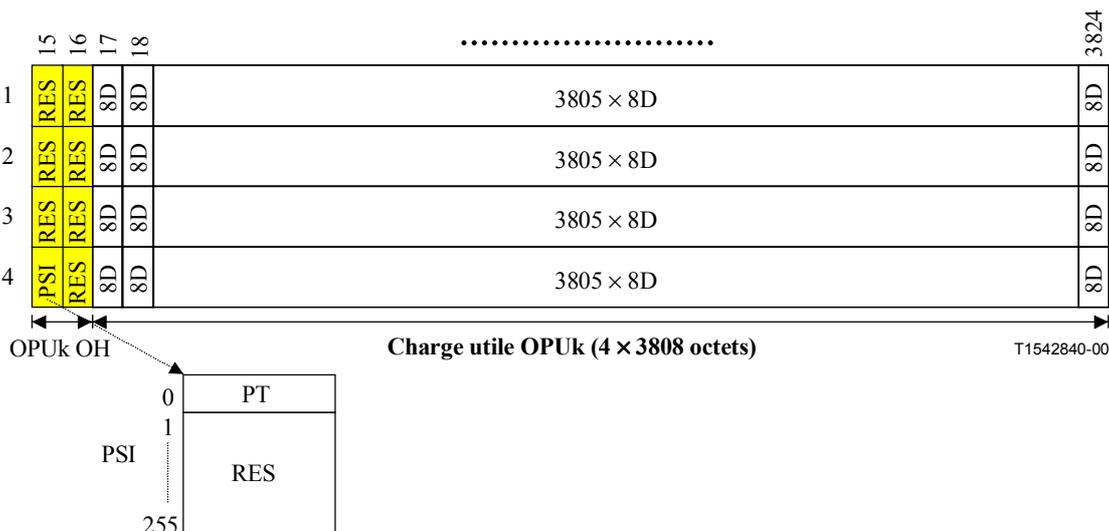


Figure 17-8/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk et mappage de la séquence de tests pseudo-aléatoires à 2 147 483 647 bits en unités OPUk

Le préfixe OPUk pour le mappage PRBS se compose d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) incluant le type de charge utile (PT) et sept octets réservés à une normalisation internationale future (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 (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.

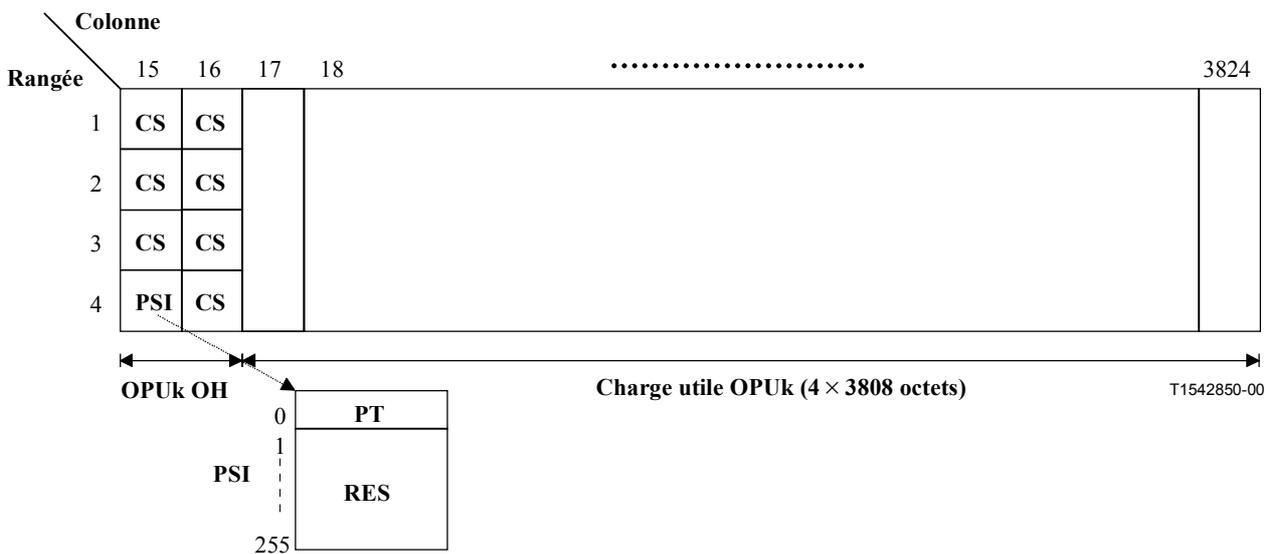


Figure 17-9/G.709/Y.1331 – Structure de trame OPUk pour le mappage d'un flux binaire constant synchrone

Le préfixe OPUk pour le mappage se compose d'un identificateur de structure de charge utile (PSI) incluant le type de charge utile (PT) et sept octets à des fins spécifiques au client (CS). Ces bits de préfixe CS sont définis 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.

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

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

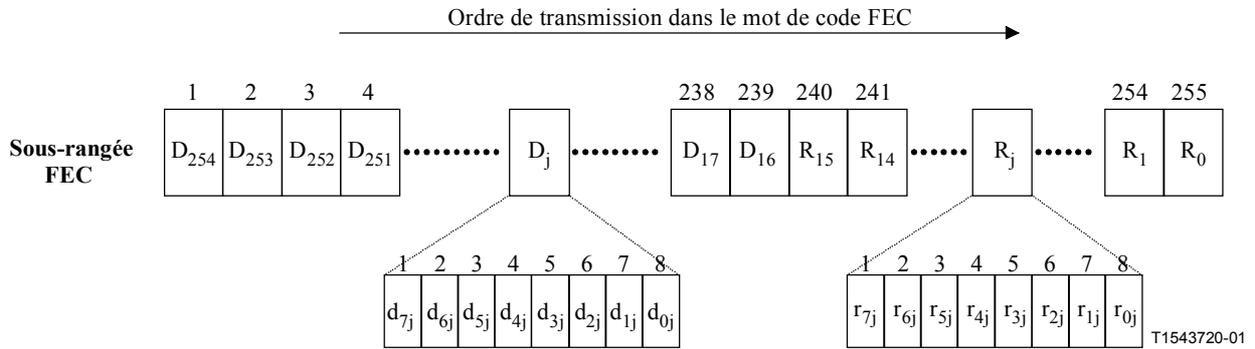


Figure A.2/G.709/Y.1331 – Mot de code FEC

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:

$$R(z) = I(z) \text{ mod } G(z)$$

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

Le § 17.1 décrit les mappages asynchrones et avec synchronisation sur les bits des signaux CBR2G5, CBR10G et CBR40G avec une tolérance de débit binaire de $\pm 20 \cdot 10^{-6}$ en signaux OPU1, OPU2 et OPU3 respectivement. Pour les mappages asynchrones, toute différence de fréquence entre l'horloge client et l'horloge OPUk locale est prise en charge par le schéma de justification positive/négative/nulle (pnz). 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 le schéma de justification pnz peut prendre en charge ces débits binaires et ces tolérances et on détermine également la plage de valeurs du rapport de justification (bourrage) pour chaque mappage.

Le mappage pnz 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. 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 pnz, 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). Soit α le rapport de justification ($-1 \leq \alpha \leq 1$), 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).

Désignons par:

N	nombre d'octets de bourrage fixe dans la zone charge utile OPUk
S	débit client nominal (octet/s)
T	période ou périodes de trame ODUk nominale ou nominales
β	la différence de fréquence réelle entre la fréquence ODUk et la fréquence client et la valeur nominale de cette différence (la valeur nominale est la différence de fréquence entre la fréquence ODUk et la fréquence client lorsque toutes deux sont nominales).
$N_f =$	nombre moyen d'octets client mappés en une trame ODUk pour les décalages de fréquence particuliers (moyenné sur un grand nombre de trames).

N_f est alors donné par la relation:

$$N_f = S \cdot \beta \cdot T \quad (\text{I-1})$$

Toutefois, le nombre moyen d'octets client mappés en une trame ODUk est aussi égal au nombre total d'octets se trouvant dans la zone de charge utile (qui est de $(4)(3808) = 15232$), moins le nombre d'octets de bourrage fixe (N), plus le nombre moyen d'octets "ayant fait l'objet d'un bourrage" sur un très grand nombre de trames. Ce dernier est égal au rapport de justification α . En combinant ceci avec l'équation (I-1) on a:

$$S \cdot \beta \cdot T = 15232 - N + \alpha \quad (\text{I-2})$$

Dans l'équation (I-2), un α positif correspond à un nombre d'octets client plus grand mappé dans l'ODUk, en moyenne. Toutefois, cela correspondrait à une justification négative. Cette convention de signes est utilisée de sorte que α est introduit dans l'équation (I-2) avec un signe positif (pour des raisons de commodité).

De ce qui précède, il est possible de déterminer la plage des valeurs de α pour chaque mappage de client. On verra dans les trois cas que α se trouve compris entre $[-1, 1]$.

Mappage asynchrone d'un signal CBR2G5 (2 488 320 kbit/s) en un OPU1

Le débit nominal d'ODU1 est de $(239/238)S$. Mais le débit nominal d'ODU1 est aussi égal à $(4 \times 3824)/T$. On a alors

$$S \cdot T = 4 \times 3824 \times \frac{238}{239} = 15232 \quad (\text{I-3})$$

Par substitution avec l'équation (I-2), et en tenant compte du fait que $N = 0$ (pas d'octet de bourrage fixe) pour ce mappage on a:

$$\alpha = 15232(\beta - 1) \quad (\text{I-4})$$

Etant donné que les tolérances de fréquences ODUk et client sont chacune de $\pm 20.10^{-6}$, β est compris entre 0,99996 et 1,00004. En tenant compte de cette propriété on déduit de l'équation (I-4) la plage des valeurs de α

$$-0,60928 \leq \alpha \leq +0,60928 \quad (\text{I-5})$$

Mappage asynchrone d'un signal CBR10G (9 953 280 kbit/s) en OPU2

Le débit nominal de l'ODU2 est $(239/237)S$. Mais le débit nominal de l'ODU2 est aussi égal à $(4 \times 3824)/T$. On a alors

$$S \cdot T = 4 \times 3824 \times \frac{237}{239} = 15168 \quad (\text{I-6})$$

Par substitution dans l'équation (I-2), et si l'on utilise le fait que $N = 64$ (nombre d'octets de bourrage fixe) pour ce mappage, on a

$$\alpha = 15168 \times \beta + 64 - 15232 = 15168(\beta - 1) \quad (\text{I-7})$$

De même que précédemment, les tolérances de fréquence ODUk et client sont de $\pm 20.10^{-6}$, et β est compris entre 0,99996 et 1,00004. Par substitution dans l'équation (I-7) on a la plage des valeurs de α suivantes:

$$-0,60672 \leq \alpha \leq +0,60672 \quad (\text{I-8})$$

Mappage asynchrone d'un signal CBR40G (39 813 120 kbit/s) en OPU3

Le débit nominal de l'ODU3 est $(239/236)S$. Mais le débit nominal de l'ODU3 est aussi égal à $(4 \times 3824)/T$. On a alors:

$$S \cdot T = 4 \times 3824 \times \frac{236}{239} = 15104 \quad (\text{I-9})$$

Par substitution dans l'équation (I-2), et compte tenu du fait que $N = 128$ (nombre d'octets de bourrage fixe) pour ce mappage, on a

$$\alpha = 15104 \times \beta + 128 - 15232 = 15104(\beta - 1) \tag{I-10}$$

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 (I-7) on a la plage des valeurs de α suivantes:

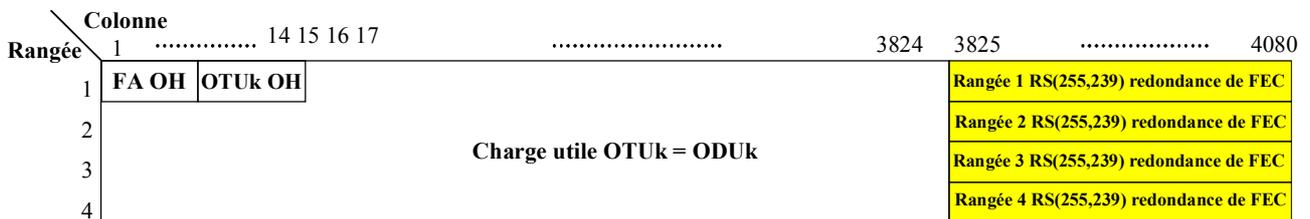
$$-0,60416 \leq \alpha \leq +0,60416 \tag{I-11}$$

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'erreurs 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.



T1543730-01

Figure II.1/G.709/Y.1331 – OTUk [avec FEC RS(255,239)]

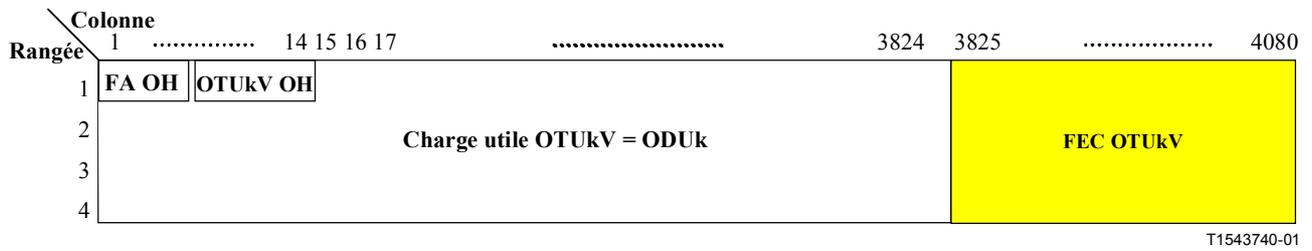


Figure II.2/G.709/Y.1331 – OTUkV avec autre FEC

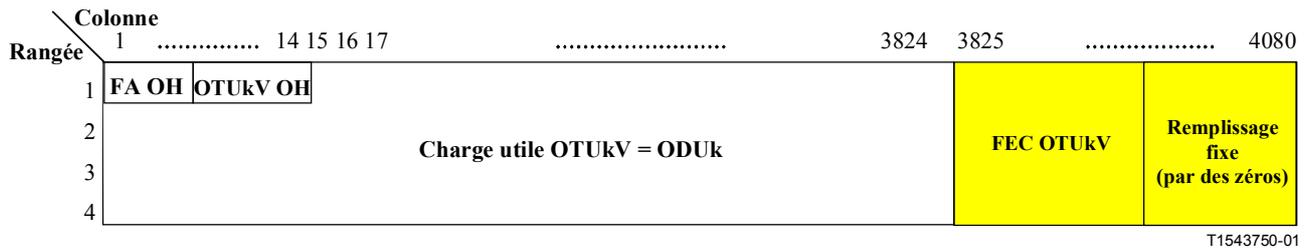


Figure II.3/G.709/Y.1331 – OTUkV avec une FEC plus petite, le reste du champ FEC est comblé par un remplissage fixe

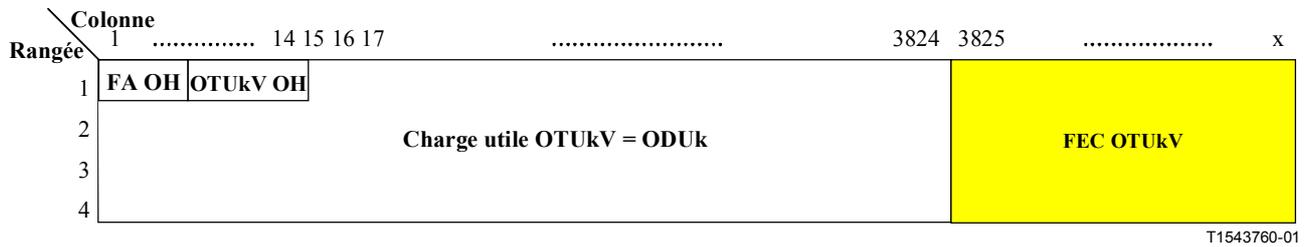


Figure II.4/G.709/Y.1331 – OTUkV avec une FEC plus grande

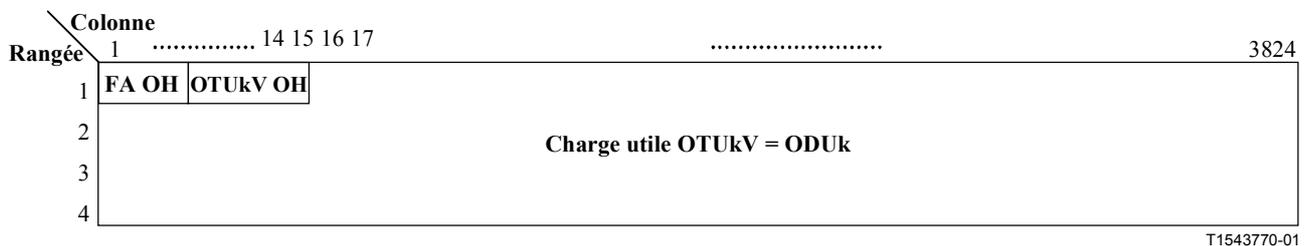
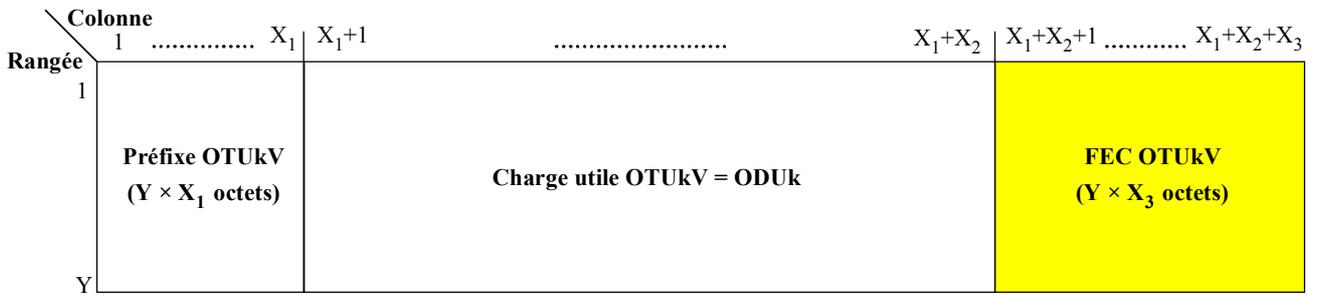
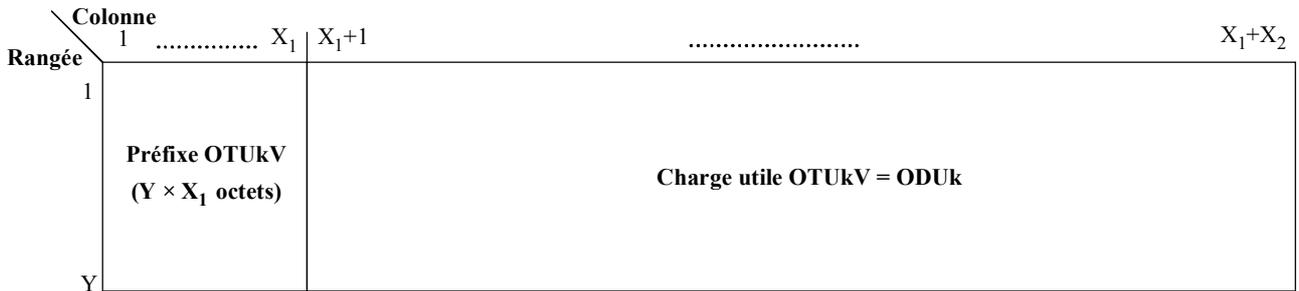


Figure II.5/G.709/Y.1331 – OTUkV sans champ FEC



T1543780-01

Figure II.6/G.709/Y.1331 – OTUkV avec une structure de trame différente



T1543790-01

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, 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.)

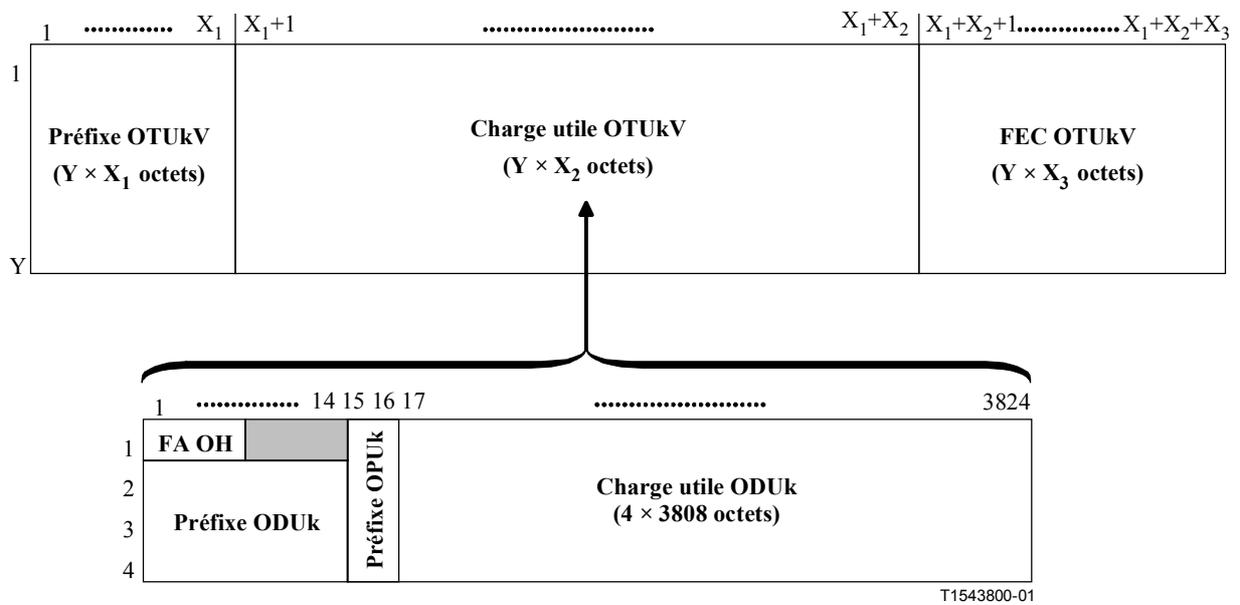


Figure II.8/G.709/Y.1331 – Mappage asynchrone (ou à synchronisation sur les bits) de l'ODUk en OTUkV

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y
INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION ET PROTOCOLE INTERNET

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

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 et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication