

Union internationale des télécommunications

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.872**

(10/2012)

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

Réseaux numériques – Réseaux de transport optiques

---

## **Architecture des réseaux de transport optiques**

Recommandation UIT-T G.872

UIT-T



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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES OPTIQUES	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
Généralités	G.800–G.809
Objectifs de conception pour les réseaux numériques	G.810–G.819
Synchronisation, objectifs de qualité et de disponibilité	G.820–G.829
Fonctions et capacités du réseau	G.830–G.839
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.840–G.849
Gestion du réseau de transport	G.850–G.859
Intégration des systèmes satellitaires et hertziens à hiérarchie numérique synchrone	G.860–G.869
Réseaux de transport optiques	G.870–G.879
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION MULTIMÉDIA – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

# Recommandation UIT-T G.872

## Architecture des réseaux de transport optiques

### Résumé

La Recommandation UIT-T G.872 décrit l'architecture fonctionnelle des réseaux de transport optiques au moyen de la méthode de modélisation décrite dans les Recommandations UIT-T G.800 et UIT-T G.805. La fonctionnalité de réseau de transport optique (OTN) est décrite du point de vue du réseau, compte tenu d'une structure stratifiée de réseau optique, des informations caractéristiques des clients, des associations couche client/couche serveur, de la topologie de réseau, ainsi que de la fonctionnalité du réseau de couche assurant la transmission du signal optique, le multiplexage, le routage, la supervision, l'évaluation de la qualité de fonctionnement et la résistance du réseau. La partie optique du réseau est décrite du point de vue des entités de gestion du spectre et des entités de maintenance.

### Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	ITU-T G.872	1999-02-26	13	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/4576">11.1002/1000/4576</a>
2.0	ITU-T G.872	2001-11-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/5606">11.1002/1000/5606</a>
2.1	ITU-T G.872 (2001) Amd. 1	2003-12-14	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/7064">11.1002/1000/7064</a>
2.2	ITU-T G.872 (2001) Cor. 1	2005-01-13	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/7483">11.1002/1000/7483</a>
2.3	ITU-T G.872 (2001) Amd. 2	2010-07-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10880">11.1002/1000/10880</a>
3.0	ITU-T G.872	2012-10-29	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11786">11.1002/1000/11786</a>
3.1	ITU-T G.872 (2012) Amd. 1	2013-11-06	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11986">11.1002/1000/11986</a>

---

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

## AVANT-PROPOS

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

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

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

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

## NOTE

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

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

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 2016

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références normatives ..... 1
3	Termes et définitions ..... 2
3.1	Termes définis ailleurs ..... 2
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation ..... 4
4	Abréviations et acronymes ..... 4
5	Conventions ..... 5
6	Architecture fonctionnelle des réseaux de transport optiques ..... 6
7	Couches numériques du réseau OTN ..... 7
7.1	Réseau de couche unité de données de canal optique (ODU) ..... 10
7.2	Réseau de couche unité de transport de canal optique (OTU) ..... 14
7.3	Associations client/serveur ..... 15
8	Entités optiques du réseau OTN ..... 17
8.1	Réseau de couche canal optique ..... 19
8.2	Section optique multiplex (OMS) ..... 21
8.3	Section optique de transmission (OTS) ..... 23
8.4	Entités supports ..... 25
8.5	Associations client/serveur ..... 27
9	Topologie OTN ..... 29
9.1	Connexions unidirectionnelles ou bidirectionnelles ..... 29
9.2	Canaux supports point à multipoint ..... 29
10	Gestion de réseau OTN ..... 30
10.1	Exigences génériques ..... 30
10.2	Exigences concernant la gestion de réseau OTN ..... 31
10.3	Techniques de supervision de la connexion ..... 34
10.4	Applications de supervision de la connexion ..... 35
11	Techniques pour garantir la résistance d'un réseau OTN ..... 35
11.1	Techniques de protection ..... 36
11.2	Rétablissement du réseau ..... 36
12	Subdivision du réseau OTN ..... 36
12.1	Domaines utilisant la méthode à "liaison noire" ..... 36
	Appendice I – Exemples d'applications OTN multidomaines ..... 38
	Appendice II – Construction des connexions de canal optique ..... 40
	Appendice III – Exemple d'utilisation de la méthode à liaison noire ..... 41
	Appendice IV – Relation entre les Recommandations UIT-T G.872 et UIT-T G.798 ..... 43



# Recommandation UIT-T G.872

## Architecture des réseaux de transport optiques

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit l'architecture fonctionnelle des réseaux de transport optiques au moyen de la méthode de modélisation décrite dans [UIT-T G.800 et UIT-T G.805]. La fonctionnalité de réseau de transport optique est décrite du point de vue du réseau, compte tenu d'une structure stratifiée de réseau optique, des informations caractéristiques des clients, des associations couche client/couche serveur, de la topologie de réseau, ainsi que de la fonctionnalité de réseau de couche assurant la transmission du signal optique, le multiplexage, le routage, la supervision, l'évaluation de la qualité de fonctionnement et la résistance du réseau. La partie optique du réseau est décrite du point de vue des entités de gestion du spectre et des entités de maintenance.

La présente Recommandation est limitée à la description fonctionnelle des réseaux de transport optiques qui prennent en charge les signaux numériques. La prise en charge des signaux mixtes numériques/analogiques est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Il est reconnu que la conception des réseaux optiques est soumise à des limitations imposées par l'accumulation de dégradations introduites par le nombre d'éléments de réseau et par la topologie de celui-ci. Un grand nombre de ces dégradations, ainsi que l'importance de leurs effets, sont associées à des implémentations technologiques particulières de l'architecture décrite dans la présente Recommandation et sont donc appelées à évoluer au fur et à mesure des progrès techniques. La description proprement dite de ces effets est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

### 2 Références normatives

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

- [UIT-T G.694.1] Recommandation UIT-T G.694.1 (2012), *Grilles spectrales pour les applications de multiplexage par répartition en longueurs d'onde: grille dense DWDM.*
- [UIT-T G.698.1] Recommandation UIT-T G.698.1 (2009), *Applications multicanales de multiplexage par répartition dense en longueurs d'onde à interfaces optiques monocanales.*
- [UIT-T G.698.2] Recommandation [UIT-T G.698.2] (2009), *Applications de multiplexage dense en longueurs d'ondes multicanaux amplifiées avec interfaces optiques monocanaux.*
- [UIT-T G.707] Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2007), *Interface de noeud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*
- [UIT-T G.709] Recommandation UIT-T G.709/Y.1331 (2012), *Interfaces pour le réseau de transport optique.*
- [UIT-T G.798] Recommandation UIT-T G.798 (2010), *Caractéristiques des blocs fonctionnels d'équipements en hiérarchie de réseau de transport optique (OTN).*

- [UIT-T G.800] Recommandation UIT-T G.800 (2012), *Architecture fonctionnelle unifiée des réseaux de transport*.
- [UIT-T G.805] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport*.
- [UIT-T G.870] Recommandation UIT-T G.870/Y.1352 (2012), *Termes et définitions pour les réseaux de transport optiques*.
- [UIT-T G.873.1] Recommandation UIT-T G.873.1 (2011), *Réseau de transport optique: protection linéaire*.
- [UIT-T G.873.2] Recommandation UIT-T G.873.2 (2012), *Protection partagée en anneau des unités ODUk*.
- [UIT-T G.7712] Recommandation UIT-T G.7712/Y.1703 (2010), *Architecture et spécification du réseau de communication de données*.
- [UIT-T G.8080] Recommandation ITU-T G.8080/Y.1304 (2012), *Architecture du réseau optique à commutation automatique*.

### 3 Termes et définitions

#### 3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

**3.1.1 gestion d'adaptation** [UIT-T G.870]: ensemble des processus permettant de gérer l'adaptation (dans les deux sens) d'un réseau de couche client et d'un réseau de couche serveur.

**3.1.2 domaine administratif** [UIT-T G.805]: dans la présente Recommandation, un domaine administratif représente l'ensemble des ressources qui appartiennent à un seul acteur, par exemple un opérateur de réseau, un fournisseur de services ou un utilisateur final. Les domaines administratifs de différents acteurs ne se chevauchent pas.

**3.1.3 fréquence centrale** [UIT-T G.870]: point nominal<sup>1</sup> situé au milieu de la gamme de fréquences optiques sur laquelle l'information numérique d'un signal OCh-P donné est modulée.

**3.1.4 surveillance de connexion** [UIT-T G.805]: processus de contrôle de l'intégrité d'une "connexion" ou d'une "connexion en cascade" faisant partie d'un "chemin".

**3.1.5 supervision de la connectivité** [UIT-T G.870]: ensemble des processus permettant de surveiller l'intégrité du routage de la connexion entre les terminaisons source et puits d'un chemin.

**3.1.6 supervision de la continuité** [UIT-T G.870]: ensemble des processus permettant de surveiller l'intégrité de la continuité d'un chemin.

**3.1.7 intervalle de fréquences effectif** [UIT-T G.870]: l'intervalle de fréquences effectif d'un canal support est la partie des intervalles de fréquences des filtres situés le long du canal support qui est commune à tous les intervalles de fréquences des filtres. Il est décrit par sa fréquence centrale nominale et sa largeur.

**3.1.8 intervalle de fréquences** [UIT-T G.694.1]: gamme de fréquences attribuée à un intervalle et non disponible pour d'autres intervalles dans une grille souple. Un intervalle de fréquences est défini par sa fréquence centrale nominale et sa largeur.

---

<sup>1</sup> On entend par nominal le point voulu situé au milieu de la gamme. Le point réel peut être légèrement décalé en raison d'altérations, comme la dérive à long terme.

Aux fins de la présente Recommandation, un dispositif de grille fixe est décrit du point de vue des intervalles de fréquences qui lui seraient associés s'il était un dispositif de grille souple.

**3.1.9 interface interdomaniale (IrDI, *inter-domain interface*)** [UIT-T G.870]: interface physique qui représente la limite entre les domaines administratifs de différents opérateurs de réseau. Les caractéristiques sont définies dans [UIT-T G.709].

**3.1.10 interface intradomaniale (IaDI, *intra-domain interface*)** [UIT-T G.870]: interface physique située à l'intérieur du domaine d'un seul opérateur de réseau. Les caractéristiques sont définies dans [UIT-T G.709].

**3.1.11 indication de maintenance** [UIT-T G.870]: ensemble des processus permettant d'indiquer des défauts dans une connexion qui fait partie d'un chemin, dans les sens aval et amont.

**3.1.12 communications de gestion** [UIT-T G.870]: ensemble des processus assurant des communications aux fins de la gestion.

**3.1.13 élément support** [UIT-T G.870]: un élément support dirige le signal optique ou affecte les propriétés d'un signal optique, il ne modifie pas les propriétés de l'information qui a été modulée pour produire le signal optique.

**3.1.14 canal support de réseau** [UIT-T G.870]: canal support prenant en charge une seule connexion de réseau OCh-P.

**3.1.15 unité de données de canal optique (ODUk)** [UIT-T G.870]: structure informationnelle composée de la charge utile informationnelle (OPUk) et d'un préfixe associé à l'unité ODUk. Voir [UIT-T G.709] pour les valeurs valides actuelles de k.

**3.1.16 unité de charge utile de canal optique (OPUk)** [UIT-T G.870]: structure informationnelle utilisée pour adapter l'information client pour qu'elle soit transportée sur un canal optique. Elle se compose de l'information client et de tout en-tête nécessaire pour effectuer une adaptation entre le débit de signal client et le débit de charge utile OPUk et d'autres en-têtes OPUk prenant en charge le transport du signal client. Voir [UIT-T G.709] pour les valeurs valides actuelles de k.

**3.1.17 unité de transport de canal optique (OTUk[V])** [UIT-T G.870]: structure informationnelle utilisée pour le transport d'une unité ODUk sur un chemin OCh. Voir [UIT-T G.709] pour les valeurs valides actuelles de k.

**3.1.18 canal optique de supervision (OSC, *optical supervisory channel*)** [UIT-T G.870]: canal prenant en charge le transfert de l'information d'en-tête non associé entre le chemin OCh, l'entité OMS\_ME et l'entité OTS\_ME.

**3.1.19 hiérarchie de transport optique (OTH, *optical transport hierarchy*)** [UIT-T G.870]: ensemble hiérarchique de couches de transport numérique, normalisé pour le transport de charges utiles adaptées sur le réseau OTN.

**3.1.20 réseau de transport optique (OTN)** [UIT-T G.870]: un réseau de transport optique (OTN) est composé d'un ensemble d'éléments de réseau optiques reliés par des liaisons à fibres optiques, capables de fournir la fonctionnalité de transport, de multiplexage, de routage, de gestion, de surveillance et de survivabilité de canaux optiques transportant des signaux de client, conformément aux prescriptions indiquées dans [UIT-T G.872].

**3.1.21 supervision de la qualité du signal** [UIT-T G.870]: ensemble des processus permettant de surveiller la qualité d'une connexion prenant en charge un chemin.

**3.1.22 largeur d'intervalle** [UIT-T G.694.1]: largeur totale d'un intervalle de fréquences dans une grille souple.

## 3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit le terme suivant:

**3.2.1 canal support:** association de supports qui représente à la fois la topologie (c'est-à-dire le trajet dans l'ensemble du support) et la ressource (intervalle de fréquences) qu'elle occupe.

## 4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et les acronymes suivants:

AIS	signal d'indication d'alarme ( <i>alarm indication signal</i> )
AP	point d'accès ( <i>access point</i> )
APS	commutation de protection automatique ( <i>automatic protection switching</i> )
BDI	indication de défaut vers l'arrière ( <i>backward defect indication</i> )
BEI	indication d'erreur vers l'arrière ( <i>backward error indication</i> )
CP	point de connexion ( <i>connection point</i> )
FDI	indication de défaut vers l'avant ( <i>forward defect indication</i> )
FEC	correction d'erreur directe ( <i>forward error correction</i> )
IaDI	interface intradomaniale ( <i>intra-domain interface</i> )
IrDI	interface interdomaniale ( <i>inter-domain interface</i> )
LC	connexion de liaison ( <i>link connection</i> )
LOC	perte de continuité ( <i>loss of continuity</i> )
ME	entité de maintenance ( <i>maintenance entity</i> )
MI	information de gestion ( <i>management information</i> )
MSI	identificateur de structure multiplex ( <i>multiplex structure identifier</i> )
NC	connexion de réseau ( <i>network connection</i> )
NE	élément de réseau ( <i>network element</i> )
NIM	surveillance non intrusive ( <i>non intrusive monitoring</i> )
OAM	exploitation, administration et maintenance ( <i>operation, administration and maintenance</i> )
OCh	canal optique ( <i>optical channel</i> )
OCh_ME	entité de maintenance OCh ( <i>OCh maintenance entity</i> )
OCh-O	en-tête OCh
OCh-P	charge utile OCh
OCI	indication de connexion ouverte ( <i>open connection indication</i> )
ODU	unité de donnée de canal optique ( <i>optical channel data unit</i> )
OMS	section optique multiplex ( <i>optical multiplex section</i> )
OMS_ME	entité de gestion de section optique multiplex ( <i>optical multiplex section management entity</i> )
OMS-O	en-tête de section optique multiplex ( <i>optical multiplex section – overhead</i> )
OMS-P	charge utile de section optique multiplex ( <i>optical multiplex section – payload</i> )

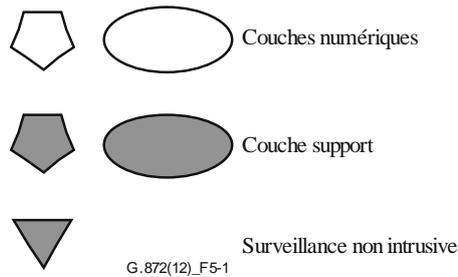
OSC	canal optique de supervision ( <i>optical supervisory channel</i> )
OTH	hiérarchie de transport optique ( <i>optical transport hierarchy</i> )
OTM	module de transport optique ( <i>optical transport module</i> )
OTN	réseau de transport optique ( <i>optical transport network</i> )
OTS	section de transmission optique ( <i>optical transmission section</i> )
OTS_ME	entité de maintenance de section de transmission optique ( <i>optical transmission section maintenance entity</i> )
OTS <sub>n</sub>	section de transmission optique d'ordre n ( <i>optical transmission section of order n</i> )
OTU	unité de transport optique ( <i>optical transport unit</i> )
OTUG <sub>n</sub>	groupe d'unités de transport optiques d'ordre n ( <i>optical transport unit group of order n</i> )
SDH	hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SI	information d'état ( <i>status information</i> ) (obtenue grâce à la surveillance d'un signal)
SN	sous-réseau ( <i>subnetwork</i> )
SNC	connexion de sous-réseau ( <i>subnetwork connection</i> )
SRP	protection partagée en anneau ( <i>shared ring protection</i> )
STM-N	module de transport synchrone de niveau N ( <i>synchronous transport module level N</i> )
TCM	contrôle de connexion en cascade ( <i>tandem connection monitoring</i> )
TCP	point de connexion de terminaison ( <i>termination connection point</i> )
TDM	multiplexage par répartition dans le temps ( <i>time division multiplexing</i> )
TS	intervalle d'affluent ( <i>tributary slot</i> )
TT	terminaison de chemin ( <i>trail termination</i> )
TTI	identificateur de trace de chemin ( <i>trail trace identifier</i> )
(D)WDM	multiplexage par répartition (dense) en longueur d'onde ( <i>(dense) wavelength division multiplexing</i> )

## 5 Conventions

La présente Recommandation utilise les conventions graphiques définies dans [UIT-T G.800] et [UIT-T G.805], ainsi que les autres conventions graphiques et terminologiques décrites dans le présent paragraphe, pour faire la différence entre les composants topologiques et les fonctions de traitement du transport décrits dans [UIT-T G.800] qui agissent sur les signaux numériques et les fonctions supports décrits dans la présente Recommandation.

Les éléments supports agissent sur les signaux qu'ils acheminent et présentent certaines similitudes avec les composants topologiques et les fonctions de traitement du transport décrits dans [UIT-T G.800]. Toutefois, les éléments supports ne font que diriger ou influencer le signal physique, il ne traite pas l'information contenue dans l'information caractéristique. Vu les similitudes entre ces fonctions, il est pratique de réutiliser les types de symboles définis dans [UIT-T G.800] en les faisant apparaître en grisé, afin de faire la différence entre les éléments supports et les fonctions de traitement du transport. Ces symboles sont présentés ci-après dans la Figure 5-1. La présente Recommandation s'appuie sur les similitudes avec les fonctions de transport, tout en mettant en avant les distinctions importantes grâce aux conventions graphiques qu'elle utilise.

Une fonction de surveillance non intrusive (NIM) surveille uniquement les propriétés optiques d'un signal.



**Figure 5-1 – Conventions de représentation des éléments**

Les conventions terminologiques ci-après sont utilisées pour faire la différence entre les associations de signaux et les associations de supports.

*Connexion*: est utilisée pour désigner une association de signaux telle que définie dans [UIT-T G. 800] et [UIT-T G. 805].

*Canal support*: est utilisé pour désigner une association de supports.

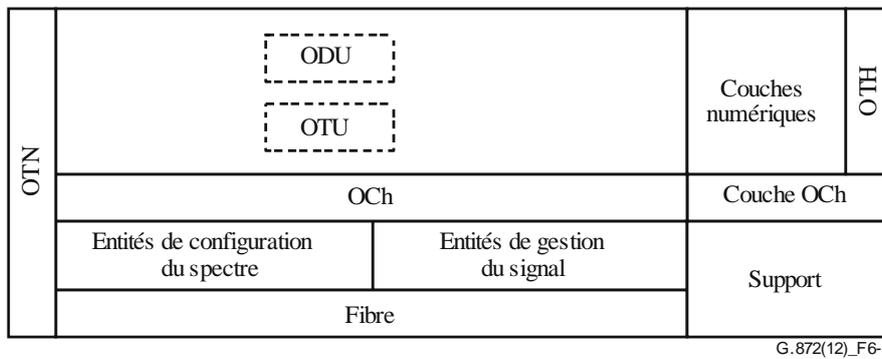
## 6 Architecture fonctionnelle des réseaux de transport optiques

Les fonctionnalités d'un réseau de transport optique consistent à assurer le transport, l'agrégation, le routage, la supervision et la résistance de signaux clients traités qui sont traités à la fois dans le domaine photonique et dans le domaine numérique. Ces fonctionnalités pour réseaux de transport optiques sont décrites du point de vue du réseau selon les principes génériques définis dans [UIT-T G.800] et [UIT-T G.805]. Les aspects propres à la structure stratifiée des réseaux OTN, les informations caractéristiques, les associations couche client/couche serveur, la topologie du réseau et la fonctionnalité du réseau de couche sont traités dans la présente Recommandation.

Conformément à [UIT-T G.805] et [UIT-T G.800], le réseau OTN se décompose en réseaux de couche transport indépendants, chaque réseau de couche pouvant être décomposé séparément de façon à refléter sa structure interne.

Dans la description fonctionnelle suivante, les signaux optiques sont caractérisés par leur fréquence centrale et par leur excursion spectrale maximale<sup>2</sup> (voir [UIT-T G.698.2]). Le signal optique est guidé vers sa destination par un canal support de réseau. La fréquence centrale nominale et la largeur d'un canal support sont définies par son intervalle de fréquences. On trouvera une définition de l'intervalle de fréquences dans [UIT-T G.694.1] et, aux fins de la présente Recommandation, un dispositif de grille fixe est décrit du point de vue des intervalles de fréquences qui lui seraient associés s'il était un dispositif de grille souple.

<sup>2</sup> Le spectre OCh-P après le processus de modulation ne relève pas de la présente Recommandation.



**Figure 6-1 – Aperçu du réseau OTN**

Au-dessus de la couche OCh, on trouve les couches numériques (OTU, ODU) qui effectuent le multiplexage des clients numériques et leur maintenance. La terminaison OCh émet deux signaux: le signal OCh-P, qui est acheminé dans un canal support sur des éléments supports (le signal optique n'est pas démodulé par les éléments supports) et le signal OCh-O, qui transporte l'information d'en-tête OCh.

Les couches numériques sont décrites dans la section 7, tandis que la couche et le support OCh font l'objet de la section 8.

Conformément aux conventions définies dans la section 5, le terme "connexion" est utilisé pour désigner une association de signaux, tandis que l'expression "canal support" est utilisée pour désigner une association de supports. Un canal support de réseau est l'association de supports qui prend en charge une connexion de réseau OCh-P unique.

Au-dessous de la couche OCh, les entités qui assurent la configuration des canaux supports sont décrites séparément des entités qui assurent la gestion de la collecte des signaux OCh-P qui traversent le support<sup>3</sup>.

L'intervalle de fréquences effectif d'un canal support est défini par les filtres qui sont situés sur le trajet du canal support. L'intervalle de fréquences effectif peut suffire pour prendre en charge plus d'un signal OCh-P<sup>4</sup>. Des matrices de support (éléments supports analogiques) assurent la commutation du canal support.

Les signaux OCh-P transportés par le canal support sont surveillés par les entités de maintenance OMS et OTS (décrites dans les § 8.2 et 8.3, respectivement), qui sont chargées d'inspecter de manière non intrusive les principales propriétés des signaux OCh-P. Cette inspection permet de produire une information de gestion (MI) qui est transmise à un système de gestion, ainsi qu'à l'extrémité distante de l'entité de gestion.

## 7 Couches numériques du réseau OTN

La structure des couches numériques du réseau OTN comprend les réseaux de couche numérique (ODU) et les réseaux de couche section numérique (OTU).

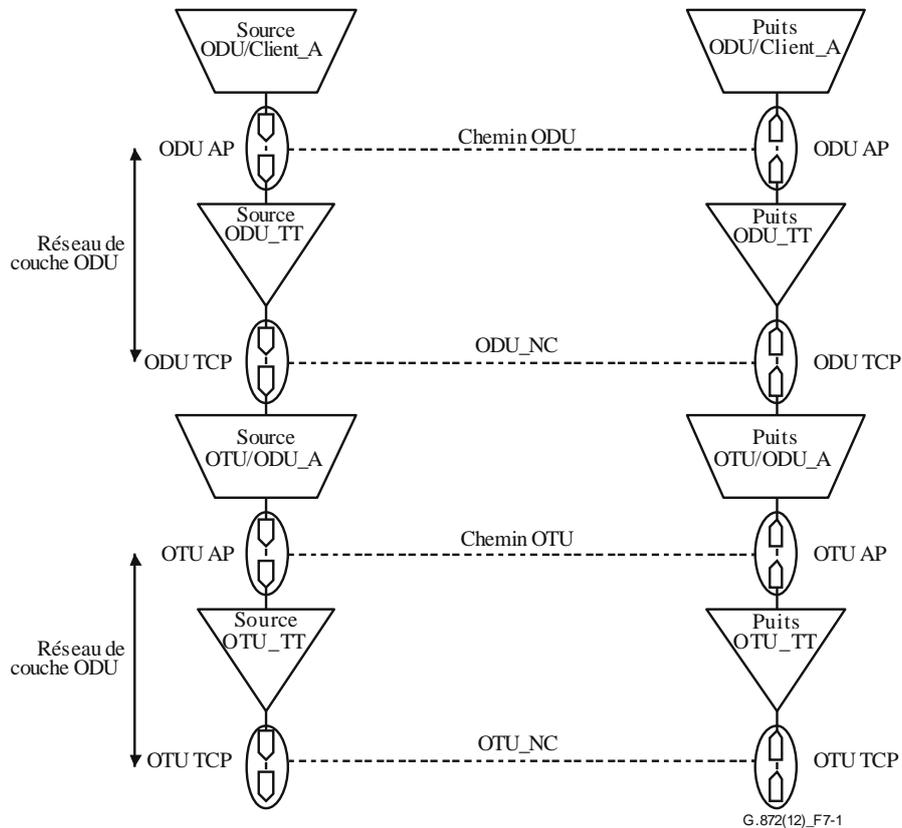
Une couche section OTU prend en charge un réseau de couche conduit ODU qui est la couche client et assure une capacité de surveillance du canal optique. Une couche de conduit ODU peut transporter

<sup>3</sup> Cette séparation est nécessaire pour pouvoir décrire les éléments supports qui peuvent agir sur plus d'un signal OCh-P unique. La relation entre le modèle donné dans la présente Recommandation et les fonctions et processus existants décrits dans [UIT-T G.798] est présentée dans l'Appendice IV.

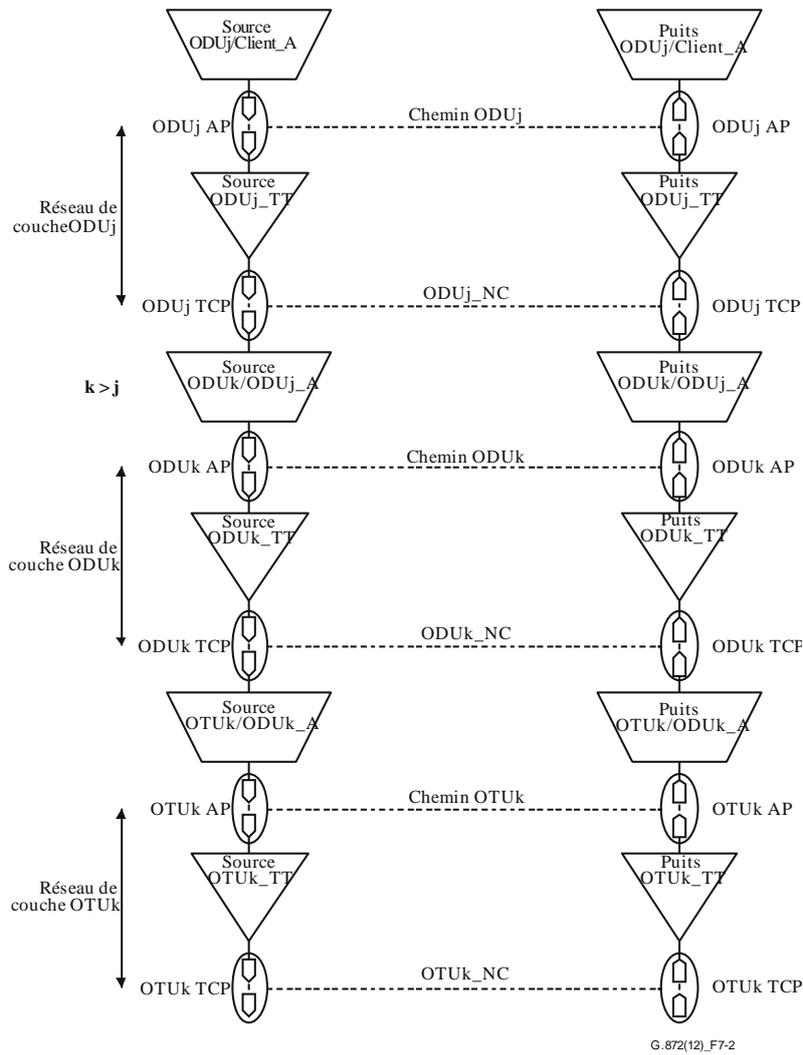
<sup>4</sup> Un canal support qui peut acheminer plusieurs signaux OCh-P peut être utilisé pour fournir ce que l'on appelle couramment un canal "de bande d'ondes" ou "express".

un ensemble hétérogène de client ODU. La hiérarchie de multiplexage hétérogène prend en charge diverses architectures de réseau, y compris celles qui sont optimisées pour réduire au minimum le gaspillage de capacités, limiter le plus possible les entités gérées, prendre en charge les scénarios de porteur des exploitants et/ou permettre au trafic ODU0/ODUflex de transiter par une région du réseau qui ne prend pas en charge ces capacités.

Les Figures 7-1 et 7-2 montrent respectivement les relations client/serveur sans et avec multiplexage ODU.



**Figure 7-1 – Association client/serveur des couches numériques de réseau OTN sans multiplexage ODU**



**Figure 7-2 – Association client/serveur des couches numériques de réseau OTN avec multiplexage de signaux ODU**

L'ensemble des clients ODU et de leurs serveurs ODU et l'ensemble des signaux ODU clients et de signaux OTU serveurs, valides au moment de la publication de la présente Recommandation, sont donnés dans les Tableaux 7-1 et 7-2 respectivement. L'ensemble de signaux ODU et OTU est donné dans [UIT-T G.709].

**Tableau 7-1 – Ensemble des clients ODU et de leurs serveurs ODU**

Clients ODU	Serveur ODU
Débit d'environ 1,25 Gbit/s	ODU0
–	
Débit d'environ 2,5 Gbit/s	ODU1
ODU0	
Débit d'environ 10 Gbit/s	ODU2
ODU0, ODU1, ODUflex	
Débit d'environ 10,3125 Gbit/s	ODU2e
–	
Débit d'environ 40 Gbit/s	ODU3
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODUflex	
Débit d'environ 100 Gbit/s	ODU4
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODUflex	
Clients CBR compris entre 2,5 Gbit/s et 100 Gbit/s ou signaux client par paquets mappés GFP-F compris entre 1,25 Gbit/s et 100 Gbit/s	ODUflex
–	

**Tableau 7-2 – Clients ODU et leur serveur OTU**

Client ODU	Serveur OTU
ODU0	–
ODU1	OTU1
ODU2	OTU2
ODU2e	–
ODU3	OTU3
ODU4	OTU4
ODUflex	–

### 7.1 Réseau de couche unité de données de canal optique (ODU)

Ce réseau de couche réalise la fonctionnalité de réseautage de bout en bout des signaux de conduit numérique pour acheminer de façon transparente des informations client de divers formats comme décrit dans la Figure 7-1. La description des réseaux de couche client pris en charge est hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Les composants topologiques du réseau de couche ODU sont les sous-réseaux et les liaisons. Les liaisons sont prises en charge par un chemin OTU ou un chemin ODU serveur. Etant donné que les ressources qui prennent en charge ces composants topologiques prennent en charge un assemblage hétérogène d'unités ODU, la couche ODU est modélisée sous la forme d'un réseau de couche unique qui est indépendant du débit. Le débit d'un signal ODU est un paramètre qui permet de déterminer le nombre d'intervalles d'affluent (TS) pour la connexion de liaison ODU. Pour réaliser ce réseautage de bout en bout, les capacités suivantes sont incluses dans le réseau de couche:

- reconfiguration des connexions ODU afin d'assurer un routage souple dans le réseau;
- processus liés aux en-têtes ODU afin d'assurer l'intégrité des informations adaptées ODU;

- fonctions d'exploitation, d'administration et de maintenance ODU afin d'activer les fonctions d'exploitation et de gestion au niveau du réseau, comme la mise à disposition de connexions, l'échange des paramètres de qualité de service et la résistance du réseau.

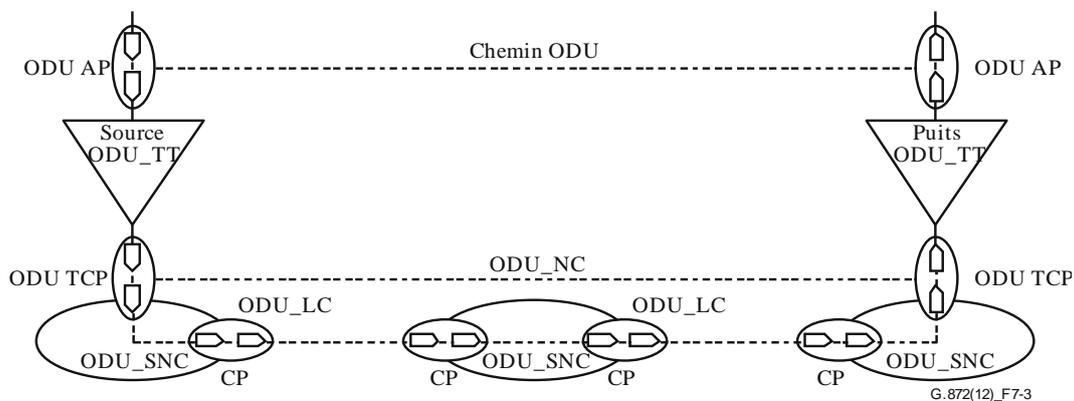
Le réseau de couche ODU assure le transport de bout en bout des signaux clients numériques dans le réseau OTN. L'information caractéristique de ce réseau comprend les éléments suivants:

- zone de capacité utile ODU pour le transport des signaux clients numériques;
- zone d'en-tête ODU pour le transport de l'en-tête associé.

On trouvera des informations détaillées dans [UIT-T G.709].

Le réseau de couche ODU contient les fonctions et entités de transport suivantes (Figure 7-3):

- chemin ODU;
- source de terminaison de chemin ODU (ODU\_TT\_Source);
- puits de terminaison de chemin ODU (ODU\_TT\_Sink);
- connexion de réseau ODU (ODU\_NC);
- connexion de liaison ODU (ODU\_LC);
- sous-réseau ODU (ODU\_SN);
- connexion de sous-réseau ODU (ODU\_SNC).



**Figure 7-3 – Exemple de réseau de couche ODU**

### 7.1.1 Terminaison de chemin ODU

Les processus génériques suivants peuvent être assignés à la terminaison de chemin ODU:

- validation de l'intégrité de la connectivité;
- évaluation de la qualité de transmission;
- détection et indication des défauts de transmission.

Les exigences concernant ces processus sont décrites en détail dans la section 10.

Il existe trois types de terminaison de chemin ODU:

- terminaison bidirectionnelle de chemin ODU, qui se compose d'une paire de fonctions de source et de puits de terminaison de chemin ODU situées au même endroit;
- source de terminaison de chemin ODU, qui accepte à son entrée l'information adaptée en provenance d'un réseau de couche client, insère l'en-tête de terminaison de chemin ODU sous la forme d'un flux de données logiques séparé et distinct et présente à sa sortie l'information caractéristique du réseau de couche ODU;

- puits de terminaison de chemin ODU, qui accepte à son entrée l'information caractéristique du réseau de couche ODU, extrait le flux de données logiques séparé et distinct contenant l'en-tête de terminaison de chemin ODU et présente à sa sortie l'information adaptée.

### 7.1.2 Fonction de connexion ODU

La fonction de connexion ODU peut être utilisée par l'opérateur du réseau pour assurer le routage, la rectification, la protection et le rétablissement.

NOTE – La fonction de connexion ODU peut prendre en charge des unités ODU<sub>k</sub> avec toutes les valeurs de k ou seulement un sous-ensemble.

### 7.1.3 Entités de transport ODU

Les connexions de réseau, les connexions de sous-réseaux, les connexions de matrice, les connexions de liaison, les connexions en cascade et les chemins sont ceux décrits dans [UIT-T G.805].

### 7.1.4 Composants topologiques ODU

Les réseaux de couche, les sous-réseaux, les matrices, les liaisons, les liaisons de transition et les groupes d'accès sont ceux décrits dans [UIT-T G.805] et [UIT-T G.800].

Le sous-réseau ODU (ODU<sub>SN</sub>) offre une certaine souplesse dans la couche ODU. L'information caractéristique est acheminée entre les points de connexion (de terminaison) [(T)CP] d'entrée et les points (T)CP de sortie.

NOTE – Les composants topologiques ODU peuvent prendre en charge des unités ODU<sub>k</sub> avec toutes les valeurs de k ou seulement un sous-ensemble.

### 7.1.5 Multiplexage par répartition dans le temps ODU

Pour pouvoir transporter plusieurs signaux ODU<sub>j</sub> à faible débit sur un signal ODU<sub>k</sub> à débit plus élevé, tout en maintenant le chemin de bout en bout pour ces signaux à faible débit, on définit le multiplexage par répartition dans le temps (TDM) des unités ODU.

Il est à noter que le signal ODU<sub>j</sub> peut être un signal ODU<sub>flex</sub>. Les intervalles d'affluent du serveur ODU<sub>k</sub> peuvent être attribués à une combinaison quelconque de clients ODU<sub>j</sub> jusqu'à la capacité de l'unité ODU<sub>k</sub>. Pour les unités ODU<sub>k</sub> actuellement définies, les intervalles d'affluent donnés dans le Tableau 7-3 sont définis.

**Tableau 7-3 – Nombre d'intervalles d'affluent pour chaque unité ODU<sub>k</sub>**

Capacité nominale de l'intervalle d'affluent	1,25 Gbit/s	2,5 Gbit/s
ODU1	2	–
ODU2	8	4
ODU3	32	16
ODU4	80	–

### 7.1.6 Réseau OTN multidomaine

Le domaine A peut avoir un réseau OTN comprenant une unité ODU<sub>i</sub> client et une unité ODU<sub>j</sub> serveur,  $i < j$ . L'unité ODU<sub>j</sub> serveur peut être acheminée dans le réseau du domaine B, interconnecté par une unité OTU<sub>j</sub>. Le domaine B peut acheminer l'unité ODU<sub>j</sub> comme une unité ODU client sur une unité ODU<sub>k</sub> serveur,  $j < k$ . Chacun des domaines A et B voit deux niveaux hiérarchiques d'unité ODU dans son domaine respectif. L'unité ODU<sub>j</sub> joue le rôle d'une unité ODU serveur dans le domaine A et le rôle d'une unité ODU client dans le domaine B.

Une unité ODU<sub>j</sub> serveur du domaine A peut aussi être acheminée en tant qu'unité ODU<sub>j</sub> client dans le domaine B directement sur une unité OTU<sub>j</sub> du domaine B, grâce à l'utilisation du contrôle TCM pour gérer les segments du trajet ODU<sub>j</sub> dans chaque domaine.

On trouvera dans l'Appendice I plusieurs exemples d'applications multidomaine.

### 7.1.7 Multiplexage inverse dans le réseau OTN

Le multiplexage inverse dans le réseau OTN est implémenté par la concaténation virtuelle de X ( $X \leq 2$ ) signaux ODU (ODU-X<sub>v</sub>). Le signal ODU-X<sub>v</sub> peut transporter un signal client (par exemple un signal ODU2-4<sub>v</sub> peut transporter un signal STM-256). Les informations caractéristiques d'un réseau de couche ODU virtuel concaténé (ODU-X<sub>v</sub>) sont transportées par un groupe de X connexions de réseau ODU, chacune ayant son propre temps de transfert. La fonction de puits de terminaison de chemin ODU-X<sub>v</sub> doit compenser les différences de temps de transfert afin de fournir en sortie une capacité utile contiguë.

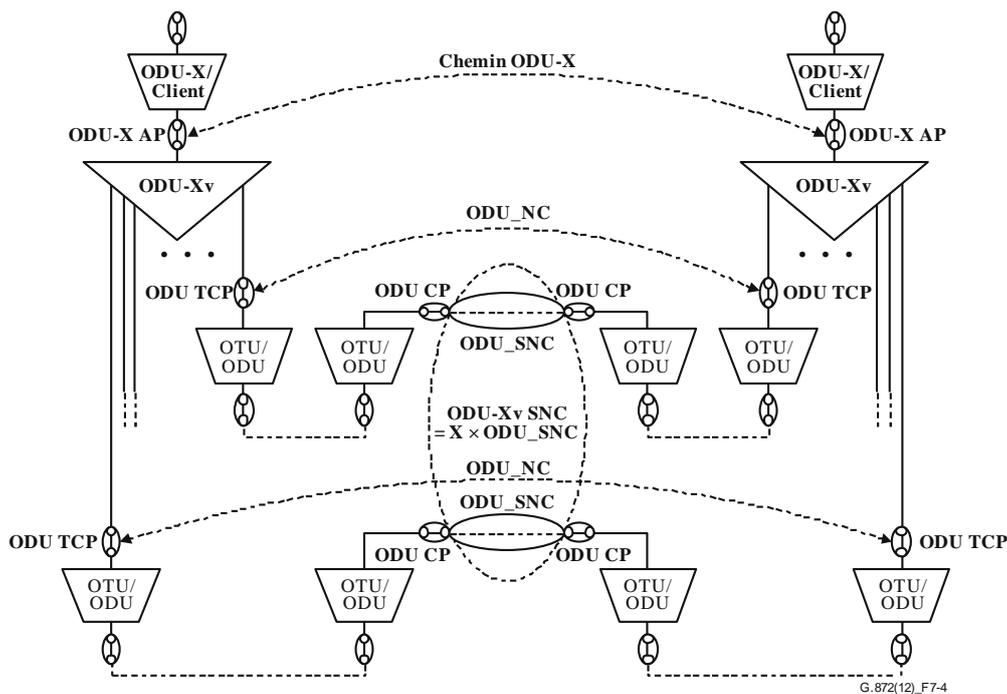
Les techniques de surveillance de connexion sont appliquées pour chaque flux de données aux informations caractéristiques ODU.

Pour les connexions ODU à concaténation virtuelle qui s'étendent sur plusieurs réseaux, il convient de veiller, pendant l'établissement de conduit, à ce que la différence de temps de transfert la plus grande (par exemple pendant une commutation de protection dans l'un des réseaux intermédiaires) ne dépasse pas la plage de compensation choisie.

La surveillance de la qualité de fonctionnement et la protection sont exécutées pour chacun des signaux ODU constituant le groupe à concaténation virtuelle. La surveillance de la qualité de fonctionnement pour le groupe en tant qu'entité doit être examinée plus avant.

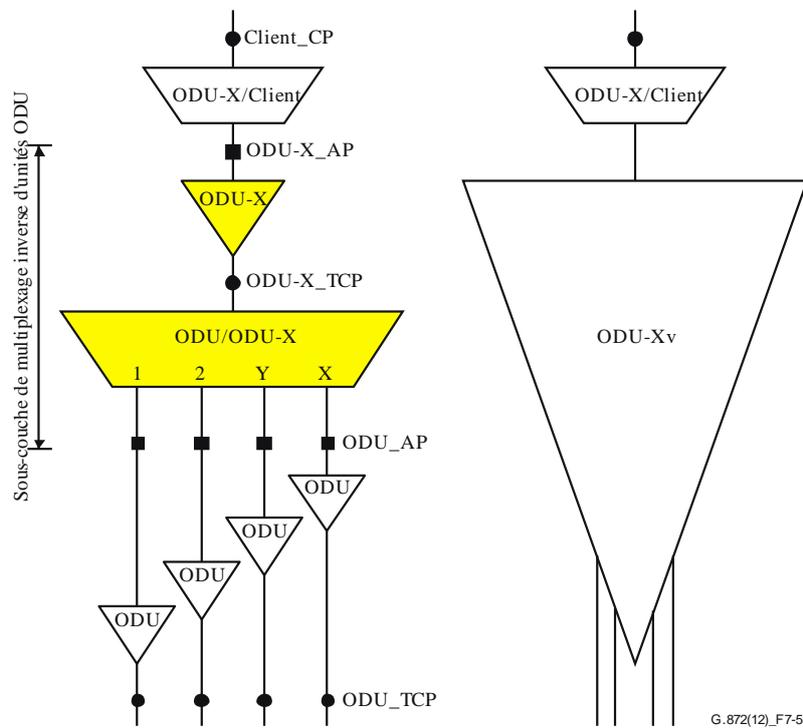
NOTE – Le transport de signaux ODU de débit élevé par un groupe à concaténation virtuelle de signaux ODU de débit plus faible est possible, mais il ne représente pas une solution optimale.

La Figure 7-4 montre l'architecture fonctionnelle pour une concaténation ODU-X<sub>v</sub>.



**Figure 7-4 – Architecture fonctionnelle pour une concaténation virtuelle d'unités ODU**

La fonction composite ODU-X<sub>v</sub> illustrée sur la Figure 7-4 est composée en outre des fonctions atomiques de base présentées dans la Figure 7-5.



**Figure 7-5 – Modèle de concaténation virtuelle**

## 7.2 Réseau de couche unité de transport de canal optique (OTU)

Le réseau de couche OTU permet de transporter des signaux clients ODU via un chemin OTU entre points 3R du réseau OTN. Les capacités de ce réseau de couche sont les suivantes:

- processus liés à l'en-tête OTU pour garantir l'intégrité de l'information adaptée OTU et le conditionnement en vue du transport sur un canal optique;
- fonctions d'exploitation, d'administration et de maintenance OTU pour permettre d'assurer des fonctions d'exploitation et de gestion au niveau de la section.

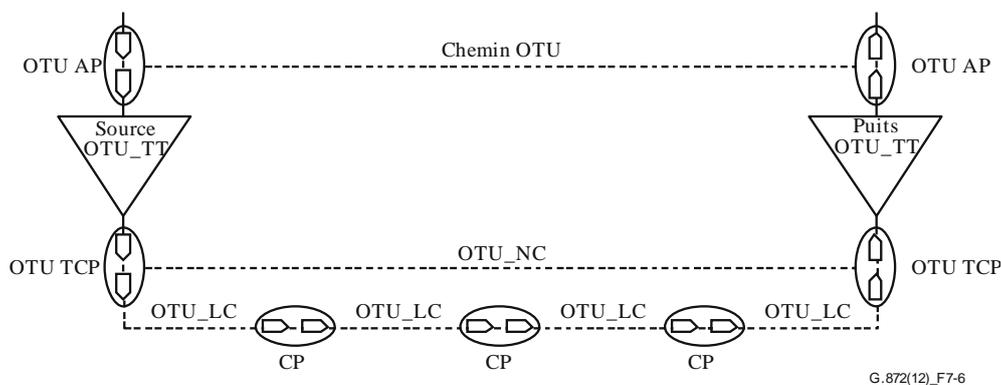
L'information caractéristique d'un réseau de couche OTU comprend:

- la zone de capacité utile OTU pour le transport du signal client ODU;
- la zone d'en-tête OTU pour le transport de l'en-tête associé.

On trouvera des informations détaillées dans [UIT-T G.798].

Le réseau de couche OTU contient les fonctions et entités de transport suivantes (voir la Figure 7-6):

- chemin OTU;
- source de terminaison de chemin OTU (OTU\_TT\_Source);
- puits de terminaison de chemin OTU (OTU\_TT\_Sink);
- connexion de réseau OTU (OTU\_NC);
- connexion de liaison OTU (OTU\_LC).



**Figure 7-6 – Exemple de réseau de couche OTU**

### 7.2.1 Terminaison de chemin OTU

Les processus génériques suivants peuvent être assignés à la terminaison de chemin OTU:

- validation de l'intégrité de la connectivité;
- évaluation de la qualité de transmission;
- détection et indication des défauts de transmission.

Les exigences concernant ces processus sont décrites en détail dans à la section 10.

Il existe trois types de terminaison de chemin OTU:

- terminaison bidirectionnelle de chemin OTU, qui se compose d'une paire de fonctions de source et de puits de terminaison de chemin situées au même endroit;
- source de terminaison de chemin OTU, qui accepte à son entrée des informations adaptées en provenance d'un réseau ODU, insère l'en-tête de terminaison de chemin OTU sous la forme d'un flux de données logiques séparé et distinct et présente à sa sortie l'information caractéristique du réseau de couche OTU;
- puits de terminaison de chemin OTU, qui accepte à son entrée l'information caractéristique du réseau de couche OTU, extrait le flux de données logiques séparé et distinct contenant l'en-tête de terminaison de chemin OTU et présente à sa sortie l'information adaptée.

### 7.2.2 Entités de transport OTU

Les connexions de réseau, les connexions de liaison et les chemins sont ceux décrits dans [UIT-T G.805].

### 7.2.3 Composants topologiques OTU

Les réseaux de couche, les liaisons et les groupes d'accès sont ceux décrits dans [UIT-T G.805]. Lorsqu'un signal OTU est acheminé par un canal optique, il y a une correspondance univoque entre les réseaux de couche OTU et OCh et les groupes d'accès.

## 7.3 Associations client/serveur

Une caractéristique essentielle des réseaux OTN est la possibilité de prendre en charge une grande variété de réseaux couche client à circuits ou à paquets. Voir [UIT-T G.709].

La structure des réseaux de couche numérique OTN et les fonctions d'adaptation correspondantes sont présentées sur les Figures 7-1 et 7-2. Aux fins de cette description, on nomme l'adaptation entre les couches en utilisant la relation client/serveur.

### 7.3.1 Adaptation ODU/client

L'adaptation ODU/client (ODU/Client\_A) est considérée comme comportant deux types de processus: ceux qui sont propres au client et ceux qui sont propres au serveur. La description des processus propres au client est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

La fonction bidirectionnelle d'adaptation ODU/client (ODU/Client\_A) est assurée par une paire de fonctions source et puits d'adaptation ODU/client situées au même endroit.

La source d'adaptation ODU/client (ODU/Client\_A\_So) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- toutes les opérations de traitement requises pour adapter le signal client à la zone de capacité utile ODU. Les processus dépendent du signal client considéré;
- production et terminaison de signaux de gestion/maintenance comme décrit dans la section 10.

Le puits d'adaptation ODU/client (ODU/Client\_A\_Sk) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- extraction du signal client de la zone de capacité utile ODU. Ces processus dépendent de la relation client/serveur considérée;
- production et terminaison de signaux de gestion/maintenance comme décrit dans la section 10.

On trouvera une description détaillée dans [UIT-T G.798].

### 7.3.2 Adaptation ODUk/ODUj

La fonction bidirectionnelle d'adaptation ODUk/ODUj (ODUk/ODUj\_A) est assurée par une paire de fonctions source et puits d'adaptation ODUk/ODUj situées au même endroit.

La source d'adaptation ODUk/ODUj (ODUk/ODUj\_A\_So) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- multiplexage ODUj pour former un signal ODUk de débit plus élevé;
- production et terminaison de signaux de gestion/maintenance comme décrit dans la section 10.

Le puits d'adaptation ODUk/ODUj (ODUk/ODUj\_A\_Sk) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- démultiplexage ODUj;
- production et terminaison de signaux de gestion/maintenance comme décrit dans la section 10.

On trouvera une description détaillée dans [UIT-T G.798].

### 7.3.3 Adaptation OTU/ODU

La fonction bidirectionnelle d'adaptation OTU/ODU (OTU/ODU\_A) est assurée par une paire de fonctions source et puits d'adaptation OTU/ODU situées au même endroit.

La source d'adaptation OTU/ODU (OTU/ODU\_A\_So) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- toutes les opérations de traitement requises pour adapter le signal ODU à la zone de capacité utile OTU. Les processus dépendent de la mise en oeuvre particulière de la relation client/serveur.

Le puits d'adaptation OTU/ODU (OTU/ODU\_A\_Sk) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- extraction du signal ODU de la zone de capacité utile OTU. Ces processus dépendent de l'implémentation particulière de la relation client/serveur.

On trouvera une description détaillée dans [UIT-T G.798].

## 8 Entités optiques du réseau OTN

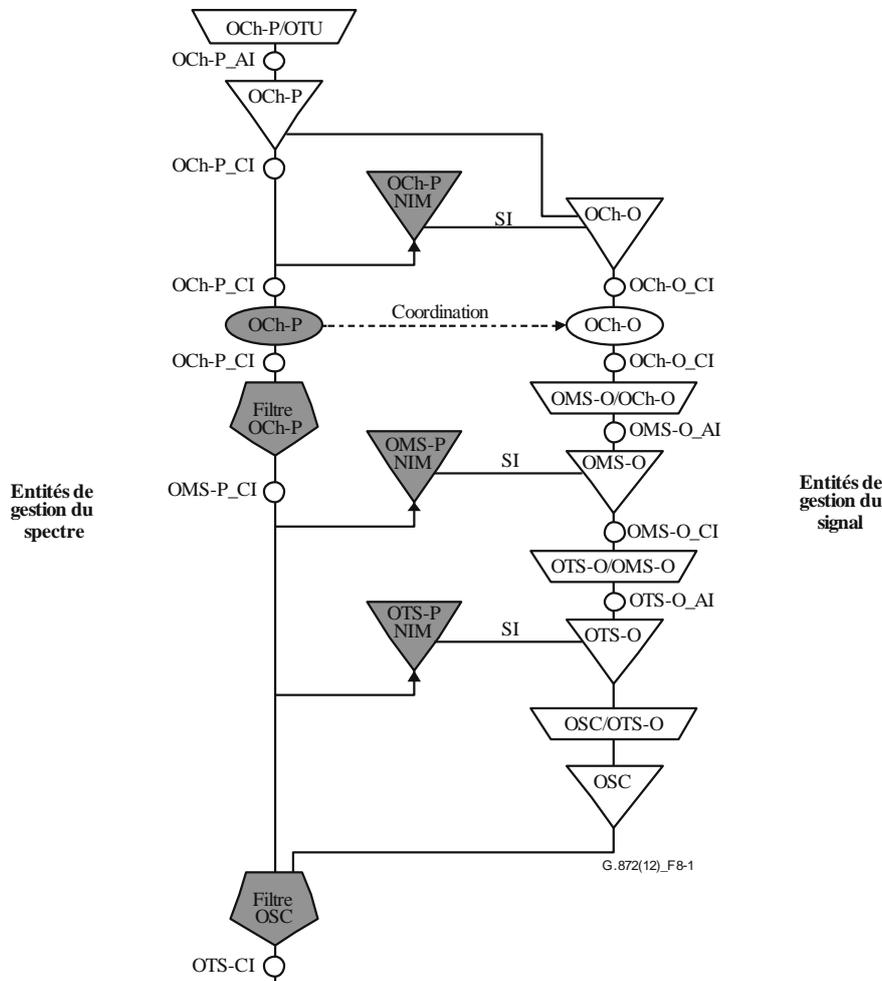


Figure 8-1 – Aperçu de la couche support OTN

Comme indiqué dans la section 6, on fait une distinction entre les entités associées à la couche support OTN selon qu'elles assurent la gestion de la collecte des signaux OCh-P qui traversent le support ou qu'elles assurent la configuration des canaux supports. Dans le premier cas, l'entité assure la gestion des signaux en utilisant les en-têtes non associés et la structure d'en-tête définis dans [UIT-T G.709]. Dans le second cas, l'entité assure la configuration des éléments supports.

En conséquence, les fonctions relatives au traitement des en-têtes non associés sont identifiées grâce au suffixe -O, tandis que l'ensemble des éléments supports agissant sur la capacité utile du signal optique sont identifiés par le suffixe -P. Les fonctions de traitement de la capacité utile utilisent les processus définis dans [UIT-T G.798] et les formats de trame indiqués dans [UIT-T G.709]. Les fonctions de traitement de l'en-tête non associé utilisent les processus définis dans [UIT-T G.798].

La Figure 8-1 ci-dessus donne un aperçu des éléments de la couche support d'un réseau OTN. Le seul client du canal optique (le signal OTU) est présenté à la fonction d'adaptation OCh-P/OTU. La

fonction de terminaison OCh-P assure le rôle de source (ou de puits) du signal OCh-P, pour lequel une fréquence centrale, une excursion spectrale et d'autres paramètres sont spécifiés. La connexion de réseau OCh-P est prise en charge par un canal support de réseau. La section optique multiplex (OMS) et la section de transport optique (OTS) sont décrites dans les § 8.2 et 8.3, respectivement.

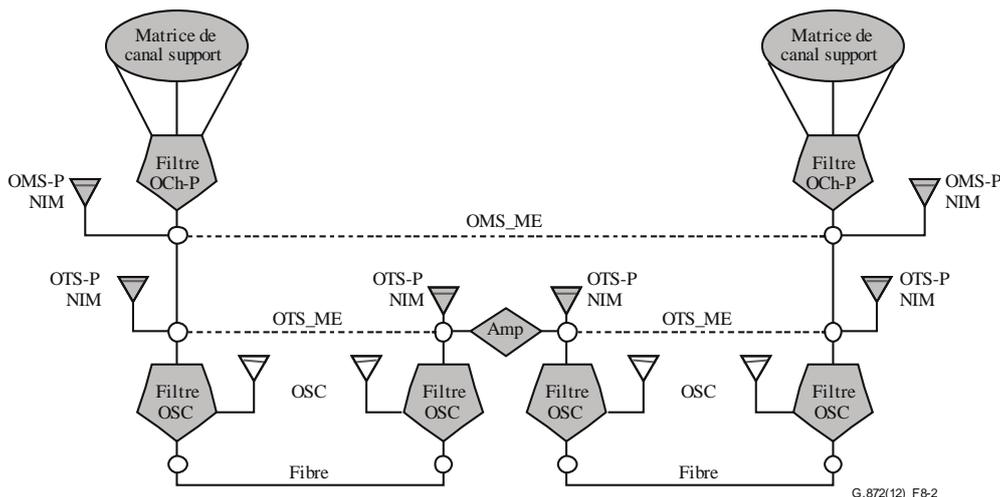
La concaténation de tous les éléments supports entre une source OCh-P et un puits OCh-P est appelée canal support de réseau.

Le spectre peut être attribué et commuté dans des portions plus grandes que dans le cas d'un canal support de réseau et, par conséquent, peut prendre en charge plus d'un signal OCh-P.

Le réseau de couche OCh assure le transport d'un signal OCh-P qui transmet de manière transparente l'information OTU entre les points 3R du réseau OTN. Pour ce faire, les capacités ci-après sont intégrées dans le réseau de couche:

- transport de signal OCh-P;
- processus liés à l'en-tête OCh-O qui surveille l'intégrité de l'information OCh AI; il est à noter que ces processus peuvent comprendre l'information obtenue directement de la fonction de terminaison OCh-P (c'est-à-dire l'information de gestion OCh-P);
- fonctions d'exploitation, d'administration et de maintenance OCh (OCh-P et OCh-O) qui permettent d'assurer des fonctions d'exploitation et de gestion au niveau du réseau, comme la fourniture de la connexion, l'échange de paramètres de qualité de service et la résistance du réseau;
- surveillance non intrusive OCh-P (OCh-P NIM), qui surveille les propriétés optiques du signal OCh-P.

La connexion de réseau OCh-P est prise en charge par un canal support de réseau, qui assure le routage flexible dans le réseau.



**Figure 8-2 – Entités de maintenance OMS et OTS**

La Figure 8-2 ci-dessus montre l'emplacement des entités de maintenance OMS et OTS.

L'entité de maintenance OMS (OMS\_ME) surveille tous les signaux OCh-P sur une fibre entre deux points d'un intervalle de fréquences souple. L'entité de maintenance OTS (OTS\_ME) surveille tous les signaux OCh-P sur une fibre entre deux points de visibilité de gestion. Ces points sont généralement associés à des sites d'amplification intermédiaire<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Dans le cas d'amplificateurs optiques répartis, on considère que l'emplacement de l'amplificateur est l'emplacement où les longueurs d'onde de pompage sont insérées.

Le canal optique de supervision (OSC) est un signal inséré sur l'entité OTS\_ME. Il est utilisé pour acheminer l'en-tête non associé des entités OCh\_ME, OMS\_ME et OTS\_ME. Une mise en oeuvre de réseau OTN conforme doit prendre en charge le canal OSC au niveau de ses interfaces intradomaine. Si le canal OSC n'est pas pris en charge, alors les entités OMS\_ME et OTS\_ME ne sont pas prises en charge. La connexion OCh-P\_NC (voir le § 8.1) peut exister malgré l'absence des entités OMS\_ME et OTS\_ME, mais certaines des capacités de gestion des alarmes, de détection des défauts et d'isolement des défauts décrites dans la section 10 pour le chemin OCh ne seront pas prises en charge.

Le canal OSC n'est pas pris en charge à l'interface IrDI, étant donné que le canal support entre la source et le puits OCh-P ne comprend pas d'éléments de réseau intermédiaires; toutes les capacités de maintenance sont assurées par le réseau de couche OTU.

L'entité de maintenance de section optique multiplex (OMS\_ME) assure les fonctions suivantes:

- surveillance générale du signal OMS-P grâce à la fonction de surveillance non intrusive OMS-P (OMS-P NIM) (voir le § 8.2);
- processus liés à l'en-tête OMS, qui garantissent l'intégrité de la section OMS-P, grâce aux fonctions OMS-O;
- fonctions d'exploitation, d'administration et de maintenance OMS, qui permettent d'assurer des fonctions d'exploitation et de gestion au niveau de la section (par exemple résistance de la section multiplex).

Ces capacités de réseautage, appliquées à des signaux optiques à multiples longueurs d'onde, permettent de prendre en charge l'exploitation et la gestion de réseaux optiques.

L'entité de maintenance de section de transmission optique (OTS\_ME) assure les fonctions suivantes:

- surveillance générale du signal OTS-P (voir le § 8.3) grâce à la fonction de surveillance non intrusive OTS-P (OTS-P NIM);
- processus liés à l'en-tête OTS, qui garantissent l'intégrité du signal OTS-P, grâce aux fonctions OTS-O;
- fonctions d'exploitation, d'administration et de maintenance OTS, qui permettent d'assurer des fonctions d'exploitation et de gestion au niveau de la section.

Le réseau de couche support prend en charge les canaux supports de réseau entre les terminaisons OCh-P comme indiqué dans la section 6. Un canal support de réseau est construit à partir d'une combinaison quelconque d'éléments de réseau et de fibres comme décrit au § 8.4.3.

La description fonctionnelle détaillée de réseau de couche optique fait l'objet des paragraphes suivants ci-après. La description détaillée de cette couche est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

## 8.1 Réseau de couche canal optique

Le réseau de couche OCh assure le transport des signaux OTU numériques au moyen d'un chemin OCh établi entre des points d'accès. L'information caractéristique d'un réseau de couche OCh se compose de deux signaux logiques séparés et distincts:

- Un signal optique défini par un ensemble de paramètres. La fréquence centrale, la largeur de bande requise et d'autres paramètres analogiques comme le rapport signal/bruit associé au canal support de réseau sont particulièrement intéressants. Ces paramètres sont saisis dans un identifiant d'application<sup>6</sup>, qui couvre à la fois les applications normalisées et propriétaires. Les fonctions de traitement de couche [UIT-T G.800] sur le trajet peuvent modifier ces paramètres selon les besoins.

---

<sup>6</sup> Il est à noter que l'identifiant d'application s'applique à la combinaison émetteur, canal support de réseau et récepteur. Il ne s'applique pas à une interface unique.

- Un flux de données qui constitue l'en-tête non associé (hors bande). Ce flux de données possède son propre ensemble de fonctions qui traitent l'en-tête non associé indépendamment des fonctions de traitement de couche qui affectent le signal OCh-P.

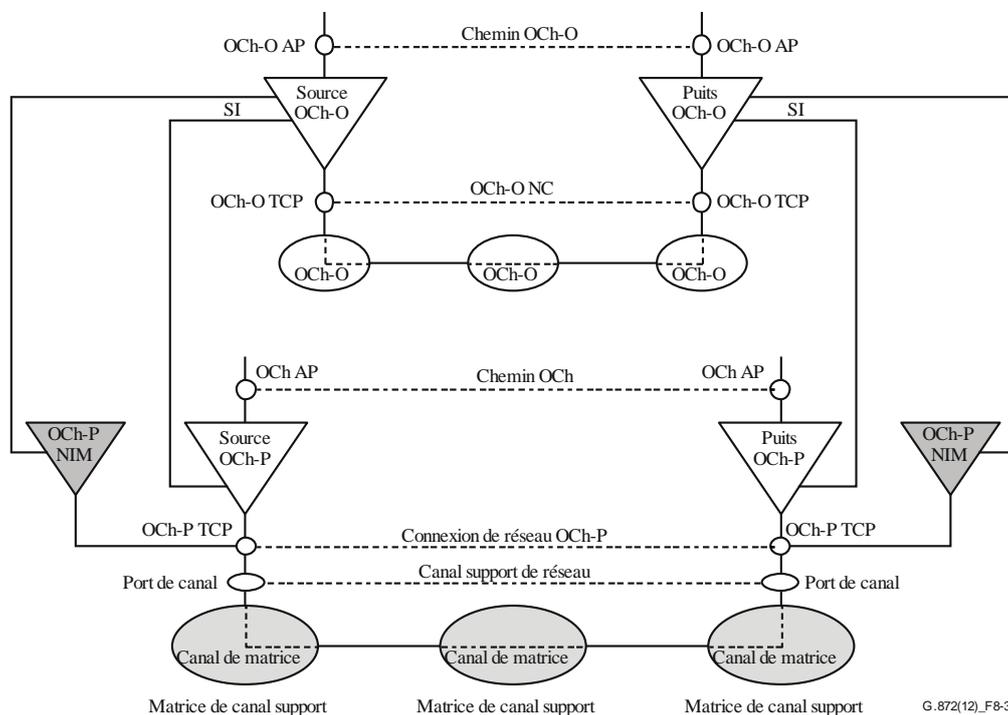
La couche OCh contient les fonctions et entités de transport suivantes (voir la Figure 8-3):

- chemin OCh;
- source de terminaison de chemin OCh-P (OCh-P\_TT\_Source);
- puits de terminaison de chemin OCh-P (OCh-P\_TT\_Sink);
- connexion de réseau OCh-P (OCh-P\_NC).

La couche OCh contient en outre les fonctions ci-après associées à l'entité de maintenance OCh:

- chemin OCh-O;
- source de terminaison de chemin OCh-O (OCh-O\_TT\_Source);
- puits de terminaison de chemin OCh-O (OCh-O\_TT\_Sink);
- connexion de réseau OCh-O (OCh-O\_NC);
- surveillance non intrusive OCh-P (OCh-P NIM).

On trouvera dans le § 8.4 une présentation détaillée de la relation entre la matrice OCh-O et la matrice de canal support correspondante.



**Figure 8-3 – Exemple de réseau OCh**

L'émission ou la terminaison du signal est assurée par une fonction de terminaison de chemin OCh-P. Le flux peut être modifié par une fonction de traitement de couche, qui peut être distante de la fonction OCh-P\_TT. Il est ainsi possible de décrire aussi bien les régions du réseau de couche OCh associées à une fréquence donnée que celles sans fréquence prédéterminée.

Le paramètre de fréquence centrale peut être utilisé pour construire une topologie de routage propre à la longueur d'onde.

L'information caractéristique OCh-P est décrite formellement de la manière suivante:

$$CI(oc) = AI + \{ \langle \text{fréquence centrale} \rangle, \langle \text{ensemble d'identifiants d'application} \rangle \}$$

Il est à noter que l'indication AI cliente détermine le débit client et que, même si cet élément peut être décrit par un paramètre, ce paramètre est un élément de l'indication AI cliente et n'est pas un paramètre de couche OCh.

**Table 8-1 – Paramètres OCh-P CI**

Identifiant d'application	Le paramètre identifiant d'application contient l'ensemble d'identifiants d'application pris en charge par la fonction. (Note)
Fréquence centrale	Fréquence centrale du signal émis. Il s'agit du point nominal situé au milieu de la gamme de fréquences optiques sur laquelle l'information numérique d'un signal OCh-P donné est modulée. Le spectre OCh-P après le processus de modulation ne relève pas de la présente Recommandation.
NOTE – Un identifiant d'application comprend les codes d'application définis dans les Recommandations relatives aux systèmes optiques appropriés, ainsi que les possibles identifiants propriétaires. L'identifiant couvre tous les aspects du signal, y compris la correction d'erreur directe, le débit en baud et le type de modulation.	

### 8.1.1 Terminaison de chemin OCh

Les processus génériques ci-après ont lieu au niveau de la terminaison de chemin OCh:

- détection et indication des défauts de transmission.

Les exigences concernant ces processus sont décrites en détail au § 10.2.

Il existe trois types de terminaison de chemin OCh:

- terminaison bidirectionnelle de chemin OCh, qui se compose d'une paire de fonctions de source et de puits de terminaison de chemin OCh situées au même endroit;
- source de terminaison de chemin OCh, qui accepte à son entrée l'information adaptée en provenance d'un réseau de couche OTU, insère l'en-tête de terminaison de chemin OCh sous la forme d'un flux de données logiques séparé et distinct, module l'indication AI sur le signal optique et définit sa fréquence centrale et présente à sa sortie l'information caractéristique du réseau de couche canal optique;
- puits de terminaison de chemin OCh, qui accepte à son entrée l'information caractéristique du réseau de couche OCh, démodule le signal optique<sup>7</sup>, présente à sa sortie l'information adaptée et traite le flux de données logiques séparé et distinct contenant l'en-tête de terminaison de chemin OCh<sup>8</sup>.

Les processus de la terminaison de chemin OCh sont pris en charge par les fonctions suivantes:

- fonction OCh-P\_TT, qui gère le signal OCh-P;
- fonction OCh-P NIM, qui surveille les propriétés optiques du signal OCh-P;
- fonction OCh-O, qui gère l'en-tête non associé de chemin OCh.

## 8.2 Section optique multiplex (OMS)

L'information caractéristique d'une section optique multiplex (OMS) se compose de deux signaux logiques séparés et distincts:

<sup>7</sup> Il est à noter que ce processus peut reposer sur l'information extraite par la fonction d'adaptation OCh/OTU.

<sup>8</sup> Il est à noter que le signal optique peut être démodulé si le flux de données OAM est absent mais, dans ce cas, le traitement OAM décrit dans la section 10 ne sera pas disponible.

- un signal OMS-P qui est composé d'un ensemble de n signaux OCh-P qui ont une largeur de bande optique cumulée définie;
- un flux de données qui constitue l'en-tête OMS non associé (OMS-O). Ce flux de données est traité par les composants OMS-O (fonctions d'adaptation OMS-O\_TT, OMS-O/OCh-O).

Le canal support OMS, qui représente l'association de supports entre les points d'extrémité OMS-P, est une concaténation d'une ou de plusieurs fibres et de zéro amplificateur ou plus.

La fonction de surveillance non intrusive (NIM) OMS-P surveille les principales propriétés du signal OMS-P à l'entrée et à la sortie de l'entité de maintenance OMS (OMS\_ME) et fournit l'information qui est transportée par l'en-tête OMS-O.

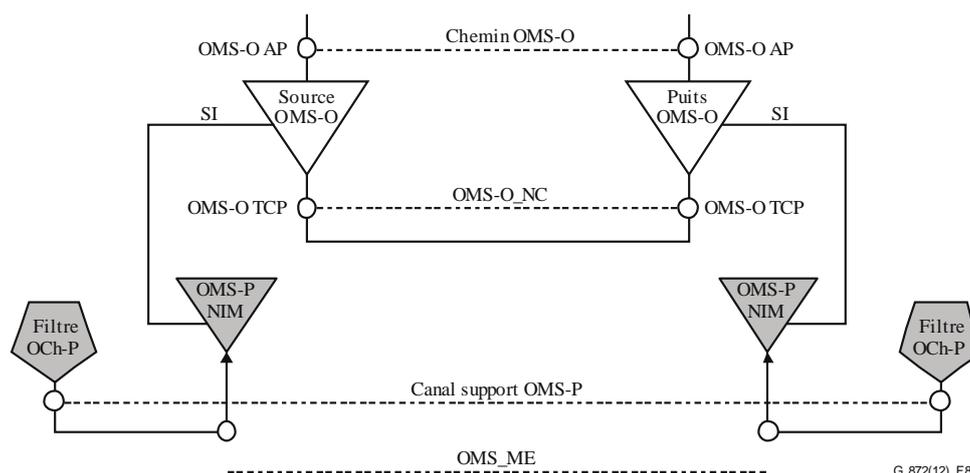
Le signal OMS-P est assemblé par une combinaison de composants filtres (voir le § 8.4). Les composants filtres et la fonction OMS-P NIM ont un lien logique; toutefois, ils ne sont pas nécessairement situés au même endroit physique<sup>9</sup> que la fonction OMS-P NIM (qui surveille le signal) ou la fonction OMS-O (qui agit sur l'en-tête). En d'autres termes, la fonction OMS NIM et l'assemblage ou le désassemblage des signaux OCh-P peuvent avoir lieu à des endroits différents, ce qui signifie qu'un canal support OMS peut être couvert dans sa totalité par l'entité OMS\_ME ou s'étendre au-delà du périmètre couvert par cette entité; toutefois, le canal support OMS n'est pas surveillé dans sa totalité.

La section OMS est l'association entre les points d'extrémité de l'entité OMS\_ME.

Un canal optique à l'intérieur d'une section OMS peut être attribué (en service) ou non attribué (hors service). Le signal OCh-P d'un canal optique en service peut être présent ou non.

La section OMS est prise en charge par les fonctions suivantes (voir la Figure 8-4):

- source OMS-O (OMS\_ME\_Source), qui traite l'en-tête non associé de l'entité OMS\_ME;
- puits OMS-O (OMS\_ME\_Sink), qui traite l'en-tête non associé de l'entité OMS\_ME;
- fonction OMS-P NIM, qui surveille les propriétés optiques du signal OMS-P.



**Figure 8-4 – Exemple de section OMS**

### 8.2.1 Terminaison de l'en-tête OMS-O

Les processus génériques ci-après sont assignés à la terminaison de chemin de section optique multiplex:

- évaluation de la qualité de transmission;
- détection et indication des défauts de transmission.

<sup>9</sup> Les composants situés au même endroit sont sur le même élément de réseau.

Les exigences concernant ces processus sont décrites en détail au § 6.2<sup>10</sup>.

Il existe trois types de terminaison de chemin de section optique multiplex:

- terminaison bidirectionnelle OMS-O, qui se compose d'une paire de fonctions de source et de puits de terminaison de section optique multiplex situées au même endroit;
- source OMS-O\_TT, qui accepte l'information soumise par la fonction OMS NIM et génère l'en-tête OMS. Cet en-tête peut être transporté par des moyens hors bande vers un puits OMS-O\_TT;
- puits OMS-O\_TT, qui traite l'en-tête OMS et l'information soumise par la fonction OMS NIM et génère toute information de gestion OMS.

Il est à noter que la surveillance des principales propriétés se fait dans la fonction de surveillance non intrusive OMS-P située au même endroit (fonction NIM dans les figures).

### 8.2.2 Entités de transport OMS-O

La seule entité est le chemin OMS-O.

### 8.3 Section optique de transmission (OTS)

La section OTS est une fibre unidirectionnelle unique entre des points de visibilité de gestion. En général, il s'agit de la fibre entre deux éléments de réseau, par exemple entre des amplificateurs ou entre un amplificateur et le point d'assemblage ou de désassemblage du signal OMS-P. L'information caractéristique de la section OTS se compose de deux signaux logiques, séparés et distincts:

- un flux de données qui contient un signal OTS-P, qui a une largeur de bande optique cumulée définie. Le signal OTS-P est identique au signal OMS-P qui est transporté<sup>11</sup>;
- un flux de données qui constitue l'en-tête de gestion/maintenance OTS. Ce flux de données est traité par des composants OTS-O (fonctions d'adaptation O\_TT, OTS/OMS-O).

Le canal support OTS représente l'association de supports entre les points d'extrémité OTS-P.

La fonction de surveillance non intrusive (NIM) OTS-P surveille les principales propriétés du signal OTS-P à l'entrée et à la sortie de l'entité de maintenance OTS (OTS\_ME) et fournit l'information qui est transportée par l'en-tête OTS-O non associé. Il est à noter que, comme indiqué ci-dessus pour la section OMS, un canal support OTS peut être couvert dans sa totalité par l'entité OTS\_ME ou s'étendre au-delà du périmètre couvert par cette entité.

La section OTS est l'association entre les points d'extrémité de l'entité OTS\_ME.

D'un point de vue physique, la section OTS est composée des signaux suivants:

- un signal OTS-P;
- un signal de canal optique de supervision (OSC) pour acheminer un en-tête OTS, OMS et OCh non associé. La terminaison du signal OSC se trouve à l'extrémité de chaque fibre. L'en-tête OTS est traité et les éventuels en-têtes OMS sont transmis à l'extrémité de la section OMS. Le signal OSC est ajouté au signal OMS-P par un composant filtre OSC.

Cet ensemble de signaux est appelé module de transport optique d'ordre n (OTM<sub>n</sub>).

La section OTS est prise en charge par les fonctions suivantes (voir la Figure 8-5):

- source OTS-O (OTS\_ME\_Source), qui traite l'en-tête non associé de l'entité OTS\_ME;

---

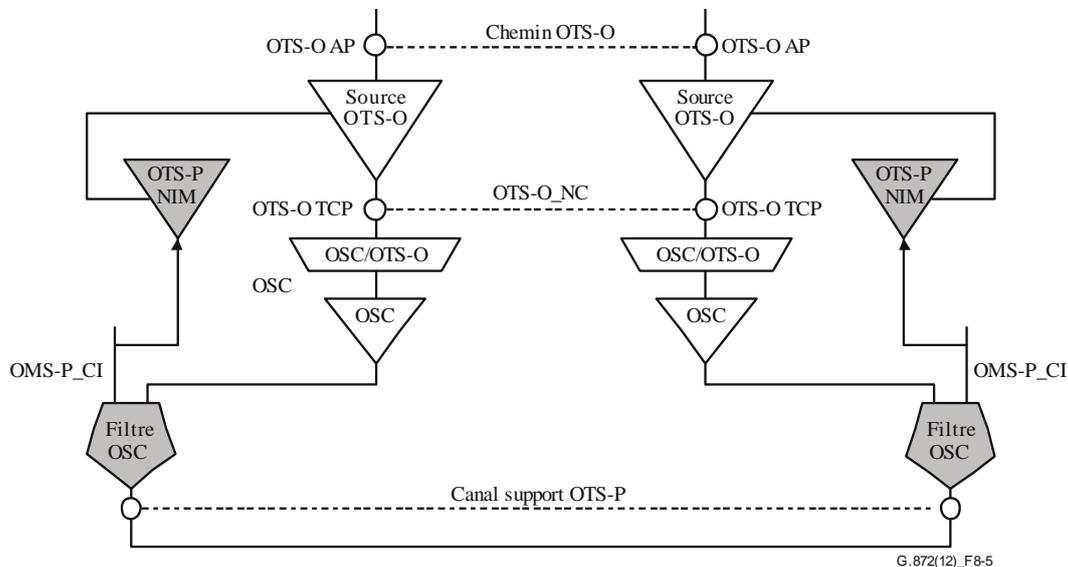
<sup>10</sup> Veuillez noter que ces fonctions sont absentes si les fonctions OAM décrites dans la section 10 ne sont pas prises en charge.

<sup>11</sup> Dans la présente Recommandation, la puissance du signal n'est pas considérée comme faisant partie de la définition du signal.

- puits OTS-O (OTS\_ME\_Sink), qui traite l'en-tête non associé de l'entité OTS\_ME;
- fonction OTS-P NIM, qui surveille les propriétés optiques du signal OTS-P.

D'autres fonctions permettant de prendre en charge un en-tête non associé acheminé sur le canal OSC sont les suivantes:

- fonction d'adaptation OSC/OTS-O;
- fonction de terminaison OSC;
- filtre OSC.



**Figure 8-5 – Exemple de section OTS**

### 8.3.1 Terminaison d'en-tête OTS-O

Les processus génériques ci-après peuvent être assignés à la terminaison d'en-tête OTS-O (OTS-O\_TT):

- validation de connectivité; il est à noter que la fonction OTS-O\_TT doit permettre d'inhiber<sup>12</sup> tous les composants du signal OTS-P en cas de non-concordance de validation;
- évaluation de qualité de transmission;
- détection et indication des défauts de transmission.

Les moyens permettant d'assurer ces processus sont décrits au § 10.2<sup>13</sup>.

Il existe trois types de terminaison de chemin de section optique de transmission:

- terminaison bidirectionnelle de chemin OTS-O, qui se compose d'une paire de fonctions de source et de puits de terminaison de chemin de section optique de transmission situées au même endroit;
- source OTS-O, qui accepte l'information soumise par la fonction OTS-P NIM et génère l'en-tête de terminaison de chemin OTS;
- puis OTS, qui accepte l'information soumise par la fonction OTS-P NIM, traite l'en-tête OTS contenu dans le canal optique de supervision et génère toute information de gestion OTS.

<sup>12</sup> Veuillez noter que cette exigence peut être satisfaite grâce à un commutateur de blocage qui peut être situé à différents emplacements. Le choix du positionnement de ce commutateur se fait au stade de la conception.

<sup>13</sup> Veuillez noter que ces fonctions sont absentes si les fonctions OAM décrites dans la section 10 ne sont pas prises en charge.

Il est à noter que la surveillance des principales propriétés se fait dans la fonction de surveillance OTS-P NIM située au même endroit.

### 8.3.2 Entités de transport OTS

Aucune.

## 8.4 Entités supports

### 8.4.1 Composant filtre

Le composant filtre modélise la capacité de faire circuler une portion définie du spectre d'un port vers un autre port. La relation entre les ports sur un filtre est appelée canal filtre<sup>14</sup>. Le canal filtre est spécifié par les ports qui le délimitent et son intervalle de fréquences. L'intervalle de fréquences est décrit par sa fréquence centrale nominale et sa largeur [UIT-T G.694.1]. Aux fins de la présente Recommandation, un dispositif à grille fixe est décrit du point de vue du ou des intervalles de fréquences qui lui seraient associés s'il était un dispositif de grille souple. Le ou les intervalles de fréquences de certains composants filtres (par exemple, dispositifs prenant en charge la grille DWDM souple définie dans [UIT-T G.694.1]) peuvent être configurés (via le plan de gestion). Les caractéristiques du canal filtre sont mises à la disposition d'un système de gestion. Le composant filtre est représenté par un symbole de fonction de traitement de couche.

Veuillez noter que le composant filtre peut être utilisé pour représenter une concaténation d'un ou de plusieurs dispositifs filtres; dans ce cas, le port physique sur un dispositif filtre est raccordé directement à un port physique situé sur un autre dispositif filtre. Si cette représentation est utilisée, les détails internes des dispositifs filtres sont cachés à l'intérieur d'un composant filtre unique.

Le composant filtre ne vient pas nécessairement compléter les fonctions OMS-O. Il est possible d'avoir une fonction de configuration du spectre (et donc des composants filtres) sans créer d'entité de maintenance OMS. De même, il est possible d'avoir une fonction de source (ou de puits) d'entité OMS\_ME, sans qu'il y ait de composants correspondants qui effectuent la configuration du spectre à cet emplacement.

Dans l'architecture, les composants filtres sont nommés en fonction de la vocation première du signal. Les filtres nommés actuellement sont le filtre OCh-P (OCh-P\_F), qui assure l'assemblage et le désassemblage des signaux OCh-P, et le filtre OSC (OSC\_F), qui assure l'assemblage et le désassemblage des signaux OSC et OTS-P.

### 8.4.2 Canaux supports

Le canal support est une structure topologique qui représente à la fois le trajet dans le support et la ressource (intervalle de fréquences) qu'il occupe. Il est délimité par des ports situés sur des éléments support. Un canal support peut s'étendre sur une combinaison quelconque d'éléments de réseau et de fibres. Il se peut qu'il ne puisse pas prendre en charge un signal OCh-P quelconque. La taille d'un canal support est spécifiée par son intervalle de fréquences effectif, qui est décrit par sa fréquence centrale nominale et sa largeur [UIT-T G.694.1]. La largeur de l'intervalle de fréquences effectif d'un canal support est la partie des intervalles de fréquences des filtres situés le long du canal support qui est commune à tous les intervalles de fréquences des filtres. Un canal support peut être dimensionné pour transporter plus d'un signal OCh-P. En outre, la largeur de l'intervalle effectif d'un canal support peut être définie sur le plan administratif comme étant inférieure à la largeur maximale d'intervalle prise en charge par les composants filtres sur le canal support. Un canal support peut être configuré avant qu'il soit décidé à quels signaux OCh-P il sera attribué.

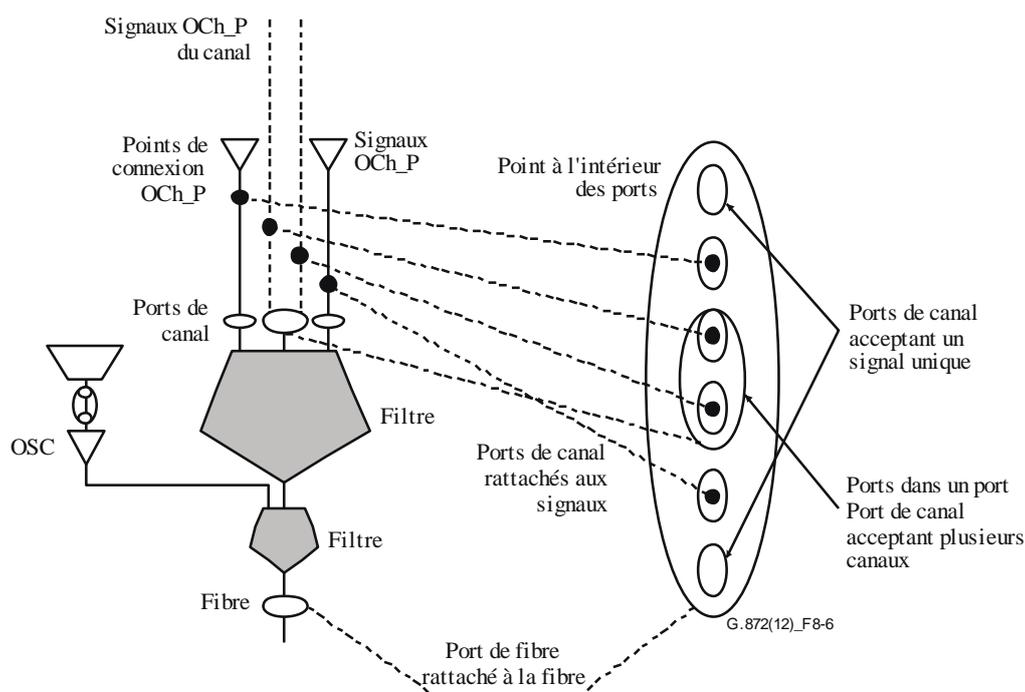
---

<sup>14</sup> Un canal filtre est un type spécifique de canal support qui existe uniquement à l'intérieur d'un composant filtre et a un intervalle de fréquences défini.

Une partie de l'intervalle de fréquences effectif d'un canal support configuré peut être attribuée à un autre canal support plus étroit qui s'étend au-delà du canal support initial. Cette attribution séquentielle ne crée pas de hiérarchie concernant les canaux supports ou les signaux OCh-P qui pourraient être finalement pris en charge.

Le seul composant qui met en oeuvre l'intervalle de fréquences est le composant filtre (§ 8.4.1).

Le canal de bout en bout attribué pour transporter un signal OCh-P unique est appelé canal support de réseau et prend en charge une connexion de réseau OCh-P unique. La largeur de l'intervalle effectif du canal support de réseau doit être suffisante pour permettre l'excursion spectrale maximale du signal OCh-P qu'il est censé prendre en charge. La fréquence centrale nominale du canal support réseau devrait être la même que la fréquence centrale du signal OCh-P pris en charge par le canal, ce qui permet de rattacher les ports de canal situés sur le canal support de réseau aux points de connexion situés sur la connexion de réseau OCh-P.



**Figure 8-6 – Composants filtres, ports et points**

La Figure 8-6 montre la relation entre les points sur les signaux, les ports situés sur les éléments supports et présente une vue de gestion des entités à l'intérieur d'une extrémité à fibre. Les ports représentent les canaux attribués par un système de gestion et configurés par le composant filtre. Les points représentent les points de référence sur les signaux OCh-P transportés sur les canaux supports. Il est à noter que l'apparente relation de contenance associée aux canaux supports est en fait une relation dépendant de l'attribution. Aucune hiérarchie n'est créée ni dans les canaux supports, ni dans les signaux transportés.

### 8.4.3 Matrice de canal support

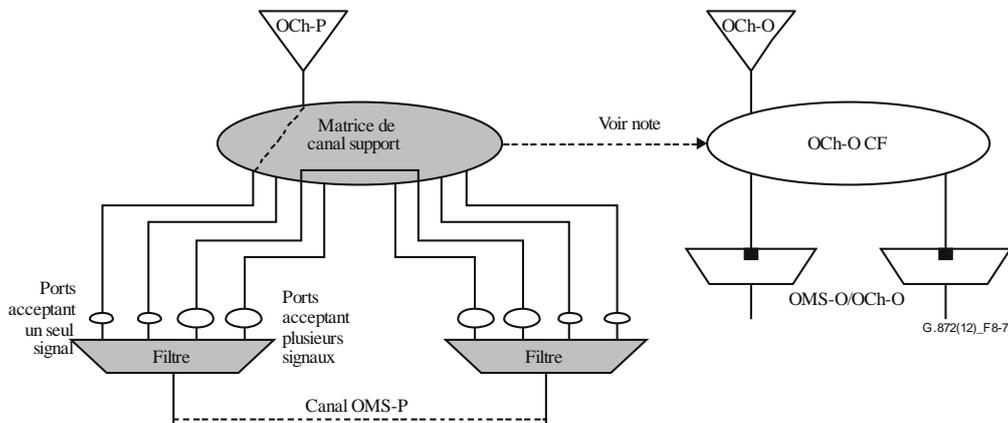
La matrice de canal support fournit une connectivité souple pour les canaux supports. En d'autres termes, elles représentent un point de flexibilité où les relations entre les ports supports à la limite d'une matrice de canal support peuvent être créées et cassées. La relation entre ces ports est appelée canal de matrice. Il est à noter qu'un élément de réseau peut contenir plusieurs matrices de canal support et filtres qui, ensemble, structurent le comportement observable de cet élément de réseau.

Comme indiqué au § 8.4.2, l'intervalle de fréquences effectif d'un canal support qui est rattaché à un port de matrice peut prendre en charge plus d'un signal OCh-P. Par conséquent, le canal de matrice

peut acheminer plusieurs signaux OCh-P, ce qui a des incidences considérables sur la retransmission de l'information OAM.

NOTE – Même si la matrice et le filtre prennent en charge des relations analogues entre les ports, aucun d'entre eux ne modélise de dispositif physique particulier. Le filtre permet de configurer l'intervalle de fréquences du canal filtre entre des ports fixes, tandis que la matrice permet de configurer les associations entre les ports. Un seul type de dispositif physique peut réaliser la matrice, la fonction filtre ou les deux. La mise en oeuvre dépendra des choix faits par l'équipementier au moment de la conception.

La retransmission de l'information OAM acheminée sur l'en-tête non associé est modélisée par la matrice OCh-O. Les points de connexion sur la matrice OCh-O correspondent à ceux des signaux OCh-P qui passent dans la matrice de canal support et le flux d'information OAM doit suivre le flux du canal support configuré dans la matrice de canal support.



NOTE – La fonction de connexion OCh-O doit être configurée de telle sorte que la connectivité OCh-O corresponde à la connectivité du signal OCh-P qui est fourni par la matrice de canal support.

**Figure 8-7 – Matrice de canal support et commutateur OAM**

## 8.5 Associations client/serveur

La structure du réseau OTN est présentée dans la Figure 8-1.

### 8.5.1 Adaptation OCh/OTU

La fonction bidirectionnelle d'adaptation OCh/OTU (OCh/OTU\_A) est assurée par une paire de fonctions de source et de puits d'adaptation OCh/OTU situées au même endroit.

La source d'adaptation OCh/OTU (OCh/OTU\_A\_So) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- toutes les opérations de traitement requises pour générer un flux de données continu pouvant être modulé sur un signal optique. Dans la pratique, les processus requis dépendent de la mise en oeuvre particulière de la relation client/serveur. La correction d'erreur directe est une fonctionnalité facultative.

Le puits d'adaptation OCh/OTU (OCh/OTU\_A\_Sk) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- extraction du signal OTU du flux de données continu. Dans la pratique, ces processus dépendent de la mise en oeuvre particulière de la relation client/serveur. La correction d'erreur directe est une fonctionnalité facultative<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Certains de ces processus peuvent dépendre de l'information extraite du signal optique modulé par la fonction de puits de terminaison de chemin OCh.

### 8.5.2 Adaptation OMS-O/OCh-O

La fonction bidirectionnelle d'adaptation OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O\_A) est assurée par une paire de fonctions de source et de puits d'adaptation OMS-O/OCh-O situées au même endroit.

La source d'adaptation OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O\_A\_So) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- génération des signaux de gestion/maintenance comme décrit au § 10.2.

Le puits d'adaptation OMS-O/OCh-O (OMS-O/OCh-O\_A\_Sk) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- terminaison des signaux de gestion/maintenance comme décrit au § 10.2.

Ces deux fonctions d'adaptation traitent la partie de l'information du canal de supervision qui n'est pas traitée par la fonction OTS-O\_TT.

### 8.5.3 Adaptation OTS-O/OMS-O

La fonction bidirectionnelle d'adaptation OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O\_A) est assurée par une paire de fonctions de source et de puits d'adaptation OTS-O/OMS-O situées au même endroit.

La source d'adaptation OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O\_A\_So) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- génération des signaux de gestion/maintenance comme décrit au § 10.2.

Cette fonction d'adaptation traite la partie de l'information du canal de supervision qui n'est pas traitée par la fonction OTS-O\_TT. C'est également le cas de la fonction de puits d'adaptation.

Le puits d'adaptation OTS-O/OMS-O (OTS-O/OMS-O\_A\_Sko) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- terminaison des signaux de gestion/maintenance comme décrit au § 10.2.

### 8.5.4 Filtre OCh-P

Le filtre OCh-P bidirectionnel est composé d'une paire de filtres OCh-P source et puits situés au même endroit.

Le filtre OCh-P source (OCh-P\_F\_So) modélise:

- l'assemblage des canaux optiques pour former un multiplex optique.

Le filtre OCh-P puits (OCh-P\_F\_Sk) effectue les processus suivants entre son entrée et sa sortie:

- désassemblage du canal optique<sup>16</sup> en fonction de la fréquence centrale.

Les fonctions OCh-P\_F\_So et OCh-P\_F\_Sk sont chacune mises en oeuvre par un ou plusieurs composants filtres. Ces composants filtres ne sont pas nécessairement situés au même endroit.

### 8.5.5 Filtre OSC

La fonction bidirectionnelle de filtre OSC (OSC\_F) est assurée par une paire de filtres OSC source et puits situés au même endroit.

Le filtre OSC source (OSC\_F\_So) effectue:

- l'assemblage du canal OSC et de la section OTS-P.

Le filtre OSC puits (OSC\_F\_Sk) effectue:

- le désassemblage du canal OSC et de la section OTS-P.

---

<sup>16</sup> Il est à noter que cette fonction peut également être assurée par un récepteur cohérent.

## 9 Topologie OTN

Les couches d'un réseau de transport optique peuvent prendre en charge des connexions point à point unidirectionnelles et bidirectionnelles, ainsi que des connexions point à multipoint unidirectionnelles.

Les classes de composants topologiques comprennent les groupes d'accès, les liaisons, les liaisons de transition, les sous-réseaux et les matrices. Toutes les instances de composants sont ensuite qualifiées par des paramètres. Les canaux supports de tous types et les sources et puits de canal optique se caractérisent principalement par leur intervalle de fréquences. Les unités ODU sont qualifiées par leur ordre ( $k, \dots$ ). Le fonctionnement des couches numériques n'a rien de particulier et ne nécessite pas d'être décrit plus avant dans la présente Recommandation.

La topologie est tout d'abord exprimée sous la forme d'un graphique, où les matrices sont représentées par des sommets et les liaisons par des arêtes. Les paramètres qui différencient les instances de composants topologiques sont rattachés au graphique sous la forme de liaisons sémantiques et des régions du graphique ayant des liaisons sémantiques identiques sont créées. Les liaisons de transition apparaissent comme étant les liaisons entre les régions ayant des liaisons sémantiques différentes et représentent un moyen physique de transformation entre ces régions.

La topologie de réseau initiale pour la couche support comprend toutes les ressources disponibles. On obtient une instance de topologie à partir de la topologie de réseau initiale en assignant des paramètres spécifiques à chaque composant topologique. Les liaisons qui ne prennent pas en charge les valeurs sélectionnées pour les paramètres sont supprimées du graphe de la topologie initiale. De même, les matrices non accessibles sont supprimées. La topologie ainsi obtenue montre les ressources connectables disponibles.

Par exemple, le fait de choisir un intervalle de fréquences et un identifiant d'application pour un canal OCh-P donné entraîne la suppression, dans le graphique représentant la topologie initiale, de toutes les ressources fonctionnant à des fréquences différentes. La topologie ainsi obtenue montre les ressources connectables disponibles à l'intervalle de fréquences sélectionnées. Le fait de déterminer si un trajet dans cette topologie réduite permettra de prendre effectivement en charge les communications entre une source et un puits ne relève pas de la présente Recommandation.

### 9.1 Connexions unidirectionnelles ou bidirectionnelles

Une connexion bidirectionnelle dans un réseau de couche serveur peut prendre en charge des connexions de réseau de couche client bidirectionnelles ou unidirectionnelles, tandis qu'un réseau de couche serveur unidirectionnel peut prendre en charge uniquement des clients unidirectionnels.

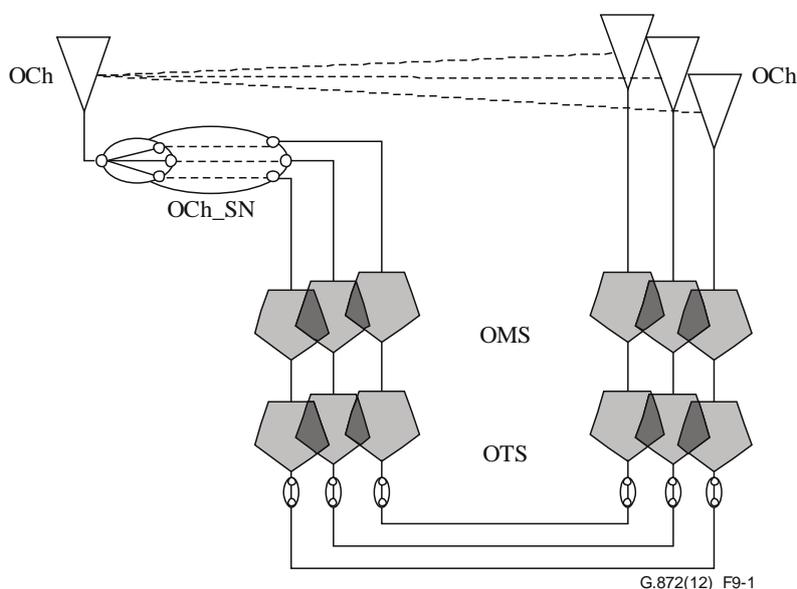
Une connexion OCh-P bidirectionnelle peut être prise en charge par une seule fibre optique pour les deux sens (exploitation monofibre), ou par deux fibres optiques, une pour chaque sens (exploitation à deux fibres). Pour l'exploitation monofibre, la connexion OCh-P bidirectionnelle se fait via une paire de canaux supports unidirectionnels, utilisant des intervalles de fréquences différents sur la même fibre. Pour l'exploitation à deux fibres, la connexion OCh-P bidirectionnelle est prise en charge par deux canaux supports unidirectionnels, un sur chaque fibre pouvant utiliser les mêmes intervalles de fréquences.

Le transfert de l'information d'exploitation, d'administration et de maintenance et de l'en-tête pour une exploitation monofibre n'est actuellement pas examiné dans la présente Recommandation.

### 9.2 Canaux supports point à multipoint

Un canal support point à multipoint unidirectionnel diffuse le trafic de la source vers un certain nombre de puits, comme le montre la Figure 9-1, où une association point à multipoint est fournie dans le canal support au moyen d'un point de connexion multipoint support. Il s'agit d'un point de référence reliant un port à un ensemble de canaux supports. Ce point représente la racine d'un canal support multipoint. Dans les réseaux supports, la connexion multipoint se limite aux canaux supports

multipoint de diffusion unidirectionnelle. Ce type de canal support peut être utilisé par le réseau de couche canal optique.



**Figure 9-1 – Connexion de canal optique point à multipoint**

## 10 Gestion de réseau OTN

La présente section décrit la gestion du réseau de transport optique. Elle décrit en particulier les exigences génériques concernant la gestion des dérangements, de la qualité de fonctionnement et de la configuration.

Le réseau OTN est composé d'un ensemble de couches numériques (les clients de la couche canal optique) et d'une couche canal optique. La couche canal optique est prise en charge par les entités de gestion du spectre (canaux supports) et par les entités de maintenance (OMS et OTS).

Du point de vue de la surveillance, le canal support est passif et ne contient pas de composants actifs. Les couches client numériques contiennent toutes une fonction OAM active qui peut rendre compte de la santé de la couche et peut être utilisée pour déduire la santé du serveur. Pour l'essentiel de ce qui suit, les processus numériques dans l'en-tête OTU effectuent la surveillance de la couche OCh. Etant donné que la couche OTU a une relation univoque avec la couche OCh, on obtient une évaluation précise de la propriété de la couche canal optique surveillée. Les entités OMS et OTS assurent la maintenance pour les canaux supports.

Les processus de gestion requis dans chacune des couches sont présentés au § 10.2. La présente section décrit en outre des techniques de supervision des connexions.

### 10.1 Exigences génériques

#### 10.1.1 Gestion générique des dérangements, de la configuration et de la qualité de fonctionnement

Le réseau OTN doit permettre la prise en charge de la gestion des dérangements, de la qualité de fonctionnement et de la configuration, de bout en bout, à l'intérieur de domaines administratifs et entre domaines administratifs.

Il doit fournir un moyen pour détecter et notifier les erreurs de connexion.

Le réseau OTN doit permettre:

- d'assurer l'interconnexion des entités de réseau de transport possédant des informations caractéristiques ou adaptées compatibles;

- de détecter les dérangements, de les isoler et de lancer des actions de rétablissement lorsqu'il y a lieu. Le réseau OTN doit permettre la maintenance à une seule extrémité.

En cas d'interruption de signal dans la couche serveur, une notification doit être envoyée aux entités de réseau amont et aval de cette couche.

Le réseau OTN doit être capable de détecter les dégradations de la qualité de fonctionnement afin d'éviter les défaillances et de vérifier la qualité de service.

### **10.1.2 Communications de gestion générique**

Le réseau OTN doit prendre en charge les communications entre:

- personnels sur sites distants;
- systèmes d'exploitation et éléments de réseau distants;
- terminaux d'ingénierie et éléments de réseau locaux ou distants.

Ces formes de communication peuvent également être prises en charge à l'extérieur du réseau de transport optique.

### **10.1.3 Gestion générique d'interaction client/serveur**

Le réseau OTN doit détecter et indiquer le moment où un signal est absent dans une couche client.

Pour éviter des actions inutiles, inefficaces ou contradictoires en vue d'assurer la survie, il faut introduire des stratégies de répercussion au niveau supérieur (par exemple, mise en place de temps d'attente de protection et de méthodes de suppression d'alarme):

- à l'intérieur d'une couche;
- entre la couche serveur et la couche client.

## **10.2 Exigences concernant la gestion de réseau OTN**

La présente section contient les exigences concernant les capacités de gestion des couches ODU, OTU, OCh, OMS et OTS.

### **10.2.1 Supervision de connexion**

Exigente en matière de la gestion, la supervision de l'intégrité des connexions de réseau qui prennent en charge les chemins dans un réseau de couche quelconque doit être assurée. Une connexion de liaison prise en charge par un réseau de couche serveur est supervisée au moyen de la fonction de supervision de la continuité. Les connexions de sous-réseau qui résultent de l'association souple de points de connexion dans le sous-réseau sont supervisées par la fonction de supervision de la connectivité. Dans le cas particulier où il n'est pas possible de réorganiser les connexions de réseau entre un groupe de sources OCh et un groupe de puits de terminaison de chemin OCh, la supervision de connectivité n'est pas requise.

#### **Supervision de la continuité**

La supervision de la continuité désigne l'ensemble des processus permettant de surveiller l'intégrité de la continuité d'un chemin.

Le processus suivant est chargé d'assurer la supervision de la continuité:

- détection de perte de continuité (LOC).

En général, la défaillance d'une connexion de liaison dans une couche serveur est indiquée à une couche cliente par une forme d'indication d'échec de signal serveur. Etant donné que les canaux supports surveillés par l'entité de maintenance OTS sont passifs, la terminaison de chemin OTS-O ne recevra pas d'indication de défaillance du serveur. La terminaison de chemin OTS-O s'appuie sur la fonction OTS-P NIM pour détecter les défaillances dans le support physique optique.

Les défaillances du réseau optique comprennent à la fois les ruptures de fibre et les défaillances d'équipement. Les défaillances d'équipement seront détectées et signalées par les capacités de surveillance des équipements.

Le cas de la rupture de fibre est le scénario de défaillance le plus important à considérer du point de vue du réseau. A la suite d'une rupture de fibre, on peut observer une perte du signal composite à la première fonction OTS-P NIM aval, qui sera signalée par le puits de terminaison de chemin OTS-O associé. Le signal composite est composé du signal OTS-P assemblé et du signal OSC. La perte du signal composite se traduit donc par une perte de continuité du signal OTS-P. La détection de la perte du signal OTS-P sera ensuite indiquée à la couche client. Il est à noter que la perte de continuité du signal OSC ne déclenche pas par elle-même d'actions consécutives portant sur le signal client. En général, il conviendra de suivre les mêmes principes dans tout réseau de couche où la capacité utile et l'en-tête possèdent des mécanismes de défaillance indépendants.

Dans l'entité OTS\_ME, une défaillance de composant optique peut provoquer la perte des signaux OCh-P, mais ne peut pas entraîner de perte du canal optique de supervision. Une indication de défaillance du signal serveur sera envoyée à l'entité OMS\_ME et une indication de défaut vers l'arrière sera générée dans l'entité OTS\_ME, ce qui entraînera les mêmes actions consécutives que dans le cas d'une rupture de fibre.

La détection d'une défaillance de signal serveur par le puits de terminaison de chemin OMS-O entraînera à son tour une défaillance de signal serveur en direction du puits OCh-O. Dans la source d'adaptation OMS-O, la défaillance du signal serveur se traduira par une indication vers l'avant d'un défaut des signaux OCh-P affectés. On peut envisager que l'entité OMS NIM détecte une perte de continuité du signal OMS-P sans qu'une défaillance du signal serveur soit signalée par la fonction de terminaison de chemin OTS-O. Les actions consécutives seront les mêmes que dans le cas d'une défaillance du signal serveur.

La détection d'une défaillance du signal serveur par le puits de terminaison de chemin OCh-O entraînera à son tour une défaillance de signal serveur en direction de la couche client. Le traitement de la défaillance du signal serveur dans la source d'adaptation OCh dépend du client. On peut envisager que le puits de terminaison de chemin OCh-P détecte une perte de continuité du chemin OCh-P sans qu'une perte de continuité soit détectée dans le chemin OTS-O ou OMS-O. Les actions consécutives sont les mêmes que dans le cas d'une défaillance du signal serveur.

Il est à noter qu'en présence de conditions de défaillance à l'intérieur du réseau OTN et/ou de connexions de couche OCh inutilisées (éteintes), il est possible que l'on manque de capacités utiles optiques pour les chemins de couche serveur en aval (par exemple, la rupture d'une fibre à l'entrée d'un amplificateur optique fait qu'il manque des canaux à la sortie de l'amplificateur de ligne optique). Ces événements ne doivent pas provoquer de perte de continuité pour ce chemin (par exemple une perte de canaux aux terminaisons de chemin OTS-O suivantes dans le cas ci-dessus). Une signalisation de maintenance appropriée doit être utilisée pour éviter ce phénomène.

### **Supervision de la connectivité**

La supervision de la connectivité désigne l'ensemble des processus de surveillance de l'intégrité du routage d'une connexion entre une terminaison source et une terminaison puits de chemin.

La supervision de la connectivité est nécessaire pour confirmer que le routage d'une connexion entre une source et un puits de terminaison de chemin est correct pendant le processus d'établissement de cette connexion. La supervision de la connectivité est également nécessaire pour veiller à ce que la connectivité soit maintenue pendant que la connexion est active.

Le processus suivant est chargé d'assurer la supervision de la connectivité:

- Identification de trace de chemin (TTI)

L'identification TTI est nécessaire pour garantir que le signal reçu par un puits de terminaison de chemin provient de la source de terminaison de chemin prévue. Les exigences suivantes sont applicables:

- l'identification TTI est nécessaire dans l'entité OTS\_ME pour garantir que la connexion par câble est correcte;
- l'identification TTI n'est pas nécessaire dans l'entité OMS\_ME car il existe une relation univoque entre les entités OTS\_ME et OMS\_ME, c'est-à-dire que la connectivité support dans l'entité OMS\_ME est fixe; le canal OMS-P est donc déjà couvert par l'identification OTS-O TTI. Une connectivité souple dans le canal OMS-P n'est pas envisagée. L'identification TTI n'est pas nécessaire au niveau de la couche OCh-P car il existe une relation univoque entre le chemin OCh-P et le chemin OTU;
- l'identification TTI est nécessaire au niveau de la couche OTU pour garantir que les connexions au canal optique adaptées OCh sont correctes;
- l'identification TTI est nécessaire au niveau de la couche ODU pour garantir que les connexions à la couche ODU sont correctes.

La détection des défauts de connectivité provoquera les mêmes actions consécutives que celles décrites ci-dessus pour la détection d'une perte de continuité pour l'information caractéristique.

### **Information de maintenance**

L'information de maintenance désigne l'ensemble des processus permettant d'indiquer des défauts dans une connexion faisant partie d'un chemin. Les indications de défaut sont données dans le sens aval et dans le sens amont d'un chemin bidirectionnel.

Quatre processus d'information de maintenance sont identifiés:

- indication de défaut vers l'avant (FDI) et signal d'indication d'alarme (AIS);
- indication de défaut vers l'arrière (BDI);
- indication d'erreur vers l'arrière (BEI);
- indication de connexion ouverte (OCI).

Ces processus permettent une localisation des défauts et une maintenance à une seule extrémité.

Les indications FDI/AIS servent à signaler en aval qu'un défaut a été détecté en amont. Cela permet de supprimer des rapports de défaillance superflus dus au défaut.

Les indications BDI et BEI signalent l'état du chemin au niveau du puits de la terminaison de chemin au point de terminaison de chemin distant situé en amont. Elles prennent en charge les exigences en temps réel concernant la surveillance de la qualité de fonctionnement dans les deux sens.

Les indications FDI/AIS sont applicables aux couches ODU, OTU, OCh et OMS.

L'indication BDI est applicable aux couches ODU, OTU, OMS et OTS.

L'indication BEI est applicable aux couches ODU et OTU.

L'indication OCI est applicable à la couche ODU.

### **10.2.2 Supervision de la qualité du signal**

La supervision de la qualité du signal désigne l'ensemble des processus permettant de surveiller la qualité de fonctionnement d'une connexion prenant en charge un chemin.

La supervision de la qualité du signal est nécessaire pour déterminer la qualité de fonctionnement des connexions. Les processus génériques comportent la mesure, l'acquisition, le filtrage et le traitement

des paramètres. En termes de gestion au niveau réseau, la supervision de la qualité du signal est nécessaire pour gérer les canaux et les canaux multiplexés.

La supervision de la qualité du signal grâce à la parité BIP-8 est applicable aux couches ODU et OTU.

### **10.2.3 Gestion de l'adaptation**

La gestion de l'adaptation désigne l'ensemble des processus permettant de gérer l'adaptation, dans les deux sens, entre le réseau de couche client et le réseau de couche serveur.

Le processus suivant est chargé d'assurer la gestion de l'adaptation dans le réseau OTN:

- identification de type de capacité utile (PTI).

Ce processus est nécessaire pour garantir que, lors de l'établissement de la connexion, la couche client est assignée à la source et au puits appropriés d'adaptation ODU/client. La détection d'une non-concordance entre les identificateurs de type de capacité utile à la source ou au puits d'adaptation indiquerait que l'adaptation couche client-couche serveur ODU a été faite de manière incorrecte ou a été altérée. L'adaptation ODU/ couche client peut contenir des processus de supervision propres au client. La définition de ces processus est hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

Le processus d'identification PTI est applicable uniquement à la couche ODU.

### **10.2.4 Commande de protection**

La commande de protection désigne l'information et l'ensemble de processus assurant la commande des commutations de protection pour une connexion de chemin ou de sous-réseau. La commutation de protection est commandée sur la base de critères locaux générés par la fonction de supervision de la connexion de chemin ou de sous-réseau et par le système d'exploitation/RGT. De plus, il est possible d'assurer la commande depuis l'élément de réseau distant en utilisant un protocole de commutation de protection automatique (APS), en fonction de l'architecture de commutation de protection.

Les processus de protection sont applicables aux couches ODU, OCh et OMS (comme décrits dans [UIT-T G.798] et dans les Recommandations UIT-T de la série G.873.x). Il est à noter que la protection OMS désigne la commutation du canal OMS-P suite aux indications reçues par la terminaison de chemin OMS-O.

### **10.2.5 Supervision des connexions de sous-réseau/en cascade/inutilisées**

La supervision des connexions de sous-réseau en cascade et inutilisées est requise pour la couche ODU. Les techniques et applications de supervision de connexion sont énumérées aux § 10.3 et 10.4.

### **10.2.6 Communications de gestion**

Les communications de gestion générales qui ne sont pas associées à une couche OTN particulière sont transportées par un réseau de communication de données tel que spécifié dans [UIT-T G.7712].

## **10.3 Techniques de supervision de la connexion**

La supervision de la connexion est le processus permettant de surveiller l'intégrité d'une connexion donnée dans les couches numériques du réseau OTN. L'intégrité peut être vérifiée grâce à la détection et au signalement des défauts de qualité de fonctionnement de la connectivité ou de la transmission pour une connexion donnée. [UIT-T G.805] définit quatre types de techniques de surveillance pour les connexions:

- surveillance intrinsèque;
- surveillance non intrusive;

- surveillance intrusive;
- surveillance de sous-couche.

La surveillance non intrusive des connexions OCh-P est assurée grâce à la surveillance de l'information OTU numérique.

## **10.4 Applications de supervision de la connexion**

### **10.4.1 Surveillance des connexions inutilisées**

Il n'existe pas de mécanisme permettant de surveiller un canal support non utilisé, par conséquent toute information de ce type doit provenir de processus administratifs sur l'élément de réseau. Afin de détecter l'ouverture non intentionnelle d'une matrice de canal support, l'en-tête OMS-O doit comprendre un élément indiquant si un intervalle est occupé ou non (identifiant de structure multiplexe OMS (MSI)). De cette manière, un élément de réseau en aval peut déclencher une alarme en cas de modification inattendue persistante de l'attribution d'un intervalle.

La même situation se produit dans la couche ODU, nécessitant qu'un élément dans l'en-tête ODU indique si un affluent ODU est occupé ou non (MSI ODU). Voir [UIT-T G.798] pour plus de détails.

### **10.4.2 Surveillance de la connexion**

La surveillance de la connexion vise à représenter la partie d'une connexion qui nécessite une surveillance indépendante par rapport aux autres parties de ladite connexion.

La surveillance d'une connexion OCh-P peut être appliquée:

- à la connexion de réseau, en établissant le chemin dans le réseau de couche; cette surveillance est effectuée par les couches OCh-P et OTU;
- à une connexion de sous-réseau quelconque (moyennant la surveillance non intrusive de la connexion OCh-P/OTU).

La surveillance de connexion ODU peut être appliquée:

- à la connexion de réseau, pour l'établissement du chemin dans le réseau de couche;
- à une connexion de sous-réseau quelconque, en établissant une connexion en cascade dans le domaine administratif de l'opérateur fournissant le service;
- à une connexion de liaison en cascade ou à une connexion de liaison quelconque, en établissant une connexion en cascade dans le domaine administratif associé à la demande de service ou une connexion en cascade dans un domaine protégé;
- à une connexion de liaison quelconque, pour la détection d'un dérangement ou d'une dégradation de la qualité de service aux fins de la maintenance du réseau.

La surveillance de connexion ODU peut être établie pour un certain nombre de connexions imbriquées, jusqu'au niveau maximal défini dans les Recommandations portant sur la mise en oeuvre (par exemple [UIT-T G.709]). Le nombre de niveaux de surveillance de connexion que chaque opérateur/utilisateur impliqué dans une connexion ODU peut utiliser doit être convenu mutuellement entre ces opérateurs et utilisateurs.

## **11 Techniques pour garantir la résistance d'un réseau OTN**

Les techniques permettant de garantir la résistance sont décrites dans les Recommandations UIT-T de la série G.873.x.

## 11.1 Techniques de protection

Une application de protection fait appel à une capacité préassignée entre des noeuds. L'architecture la plus simple se compose d'une capacité de travail et d'une capacité de protection (1+1). L'architecture la plus complexe possède n capacités de travail et m capacités de protection (m:n).

La protection unidirectionnelle est une méthode de commutation de protection qui ne modifie que le sens de trafic affecté dans le cas d'une défaillance unidirectionnelle. La protection bidirectionnelle modifie les deux sens du trafic dans le cas d'une défaillance unidirectionnelle.

Trois types d'architecture de protection sont actuellement pris en charge: la protection de chemin, la protection de connexion de sous-réseau (SNC) et la protection partagée en anneau (SRP).

- Protection OMS-P ME, voir [UIT-T G.798]. Il est à noter que la protection OMS\_ME comprend la protection à la fois du signal OMS-P et de l'en-tête OMS-O.
- Protection OCh SNC, voir [UIT-T G.798]. Il est à noter que le chemin OCh comprend à la fois le signal OCh-P et l'en-tête OCh-O. Ces deux signaux doivent être protégés dans une protection OCh SNC.
- Protection ODU SNC, voir [UIT-T G.873.1].
- Protection ODU SRP, voir [UIT-T G.873.2].

## 11.2 Rétablissements du réseau

Les techniques de rétablissement de réseau de transport optique permettent de rétablir des connexions OCh-P ou ODU. En général, les algorithmes utilisés pour le rétablissement impliquent un reroutage. Les stratégies de reroutage ne sont pas propres à la technologie et sont donc hors du domaine d'application de la présente Recommandation. Voir également [UIT-T G.8080].

## 12 Subdivision du réseau OTN

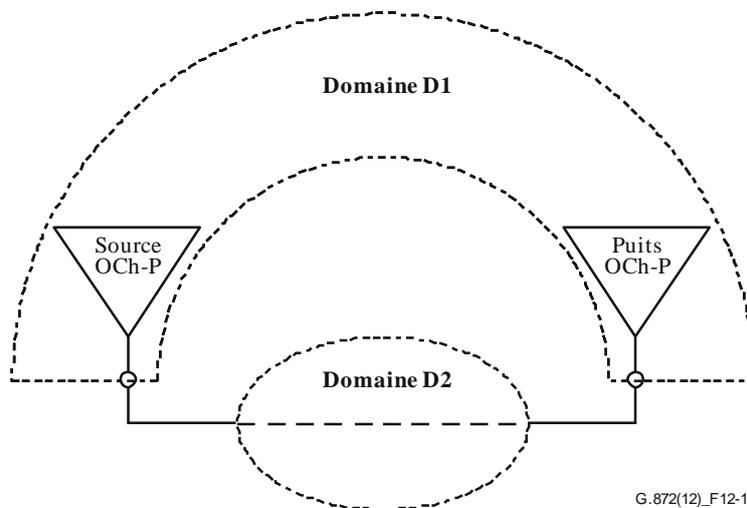
Le réseau OTN est subdivisé en domaines administratifs et peut être subdivisé en domaines de fabricants, etc. Un domaine peut à son tour être subdivisé en parties plus petites.

### 12.1 Domaines utilisant la méthode à "liaison noire"

La méthode dite "à liaison noire" est décrite dans [UIT-T G.698.1] et [UIT-T G.698.2]. La méthode de spécification utilisée dans ces Recommandations est dite à "liaison noire", ce qui signifie que seuls les paramètres d'interface optique relatifs aux signaux affluents optiques (monocanal) sont spécifiés. Des spécifications additionnelles sont fournies concernant les paramètres de "liaison noire", tels que la dispersion chromatique résiduelle, l'ondulation et la dispersion des modes de polarisation. Cette méthode permet d'assurer une compatibilité transversale au niveau du point monocanal en utilisant une configuration de multiplexage direct en longueur d'onde. En revanche, elle ne permet pas d'assurer une compatibilité transversale au niveau des points multicanaux. La compatibilité du trajet support, de l'émetteur et du récepteur est définie par un ensemble de codes d'application.

Il est possible d'utiliser la méthode à liaison noire pour fournir une connexion de réseau OCh entre une paire de source/puits OCh. La connexion de réseau OCh est prise en charge par un canal support de réseau qui se termine par une source OCh-P et un puits OCh-P, lesquels peuvent être fournis par des fabricants différents, mais doivent tous être situés dans le domaine du même opérateur de réseau. La méthode à liaison noire est utilisée pour contrôler les perturbations optiques; elle ne concerne pas directement la subdivision du réseau OTN.

La méthode à liaison noire fournit un trajet support, qui est certifié au préalable pour un signal OCh, donné, et son seul client est un signal OCh intradomaine. Une liaison noire se termine par une terminaison OCh-P (qui en fait le trajet qui achemine une connexion de réseau OCh) et n'a pas de structure interne visible depuis l'une ou l'autre des terminaisons. Les terminaisons peuvent être contrôlées depuis un domaine de maintenance différent de celui contrôlant le trajet dans le réseau. Voir la Figure 12-1.



G.872(12)\_F12-1

**Figure 12-1 – Liaison noire**

On considère que les domaines sont distincts du domaine OAM (en d'autres termes, leur exploitation prend en charge les systèmes et ne coopère pas). Les points d'extrémité du groupe d'entités de maintenance OMS à l'extrémité du domaine D2 peuvent fournir la fonction OAM pour le fournisseur du canal support de réseau, mais les connexions entre les domaines D1 et D2 ne sont pas couvertes. En outre, il est à noter que le domaine D1 n'a pas de visibilité dans la structure du canal support de réseau et ne peut pas construire de nouveaux canaux supports de réseau en utilisant la méthode à liaison noire pour contrôler les perturbations optiques. Les interfaces entre les domaines D1 et D2 ne sont pas conformes à la technologie OTN. Elles ne sont pas spécifiées dans [UIT-T G.709] et les capacités de gestion d'alarme, de détection des dérangements et de localisation des dérangements pour le chemin OCh décrit dans la section 10 ne sont pas prises en charge.

Voir l'Appendice III pour un exemple de réseau utilisant la méthode à liaison noire.

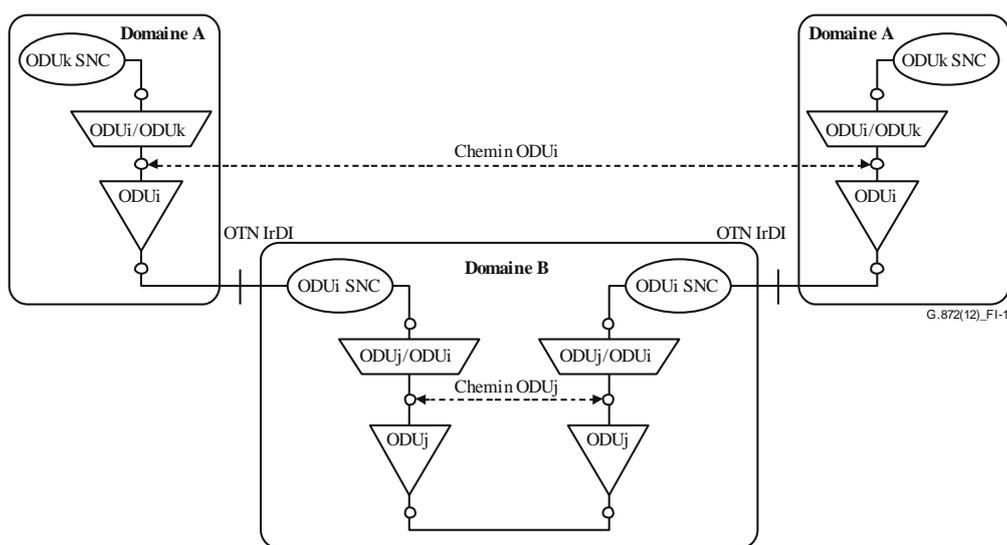
## Appendice I

### Exemples d'applications OTN multidomaines

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

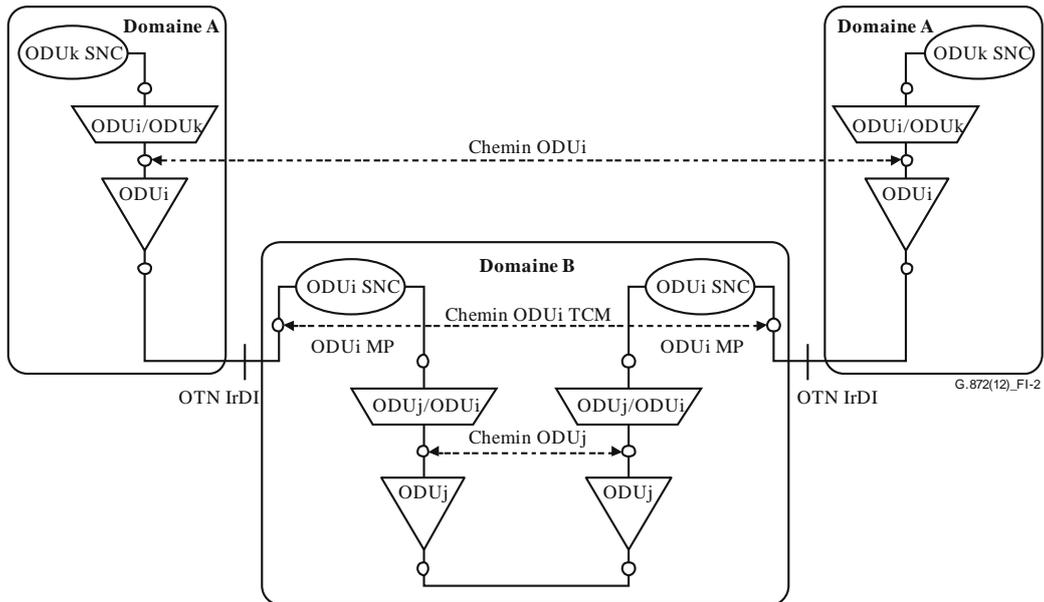
Cet appendice donne des exemples d'applications OTN multi-domaine.

La Figure I.1 illustre le cas de l'interconnexion de deux éléments séparés d'un même domaine (domaine A) passant par un autre domaine (domaine B). Le domaine A a demandé un service ODU<sub>i</sub> auprès du domaine B. Du point de vue du domaine A, ce service ODU<sub>i</sub> est un canal HO ODU<sub>i</sub>, transportant plusieurs signaux LO ODU<sub>k</sub>. Ce même service ODU<sub>i</sub> vu depuis le domaine B est un canal LO ODU<sub>i</sub> dont les points d'extrémité sont situés à l'extérieur du domaine relevant du domaine B. A l'intérieur du réseau du domaine B, le signal LO ODU<sub>i</sub> est acheminé sur un signal HO ODU<sub>j</sub>.



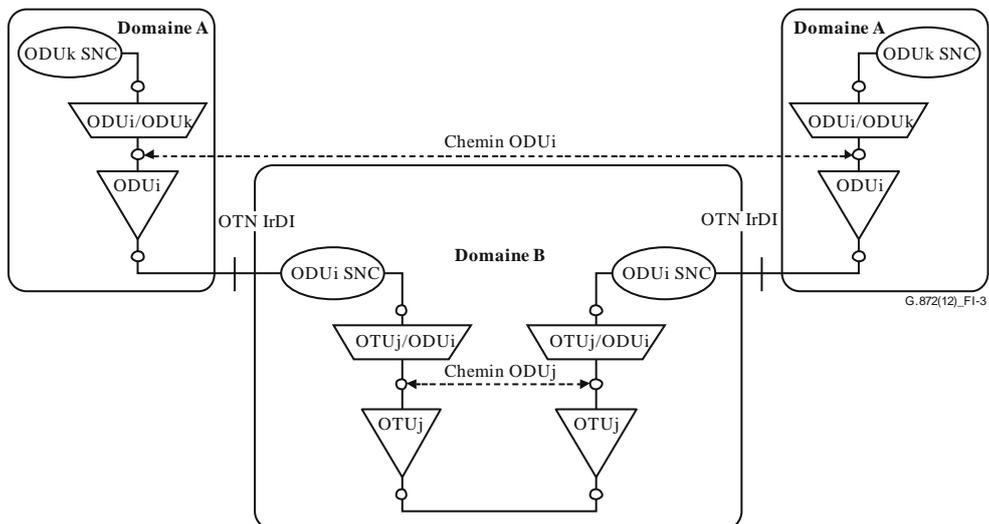
**Figure I.1 – Application OTN multidomaine (scénario 1)**

La Figure I.2 illustre le cas présenté ci-dessus avec une fonction TCM additionnelle.



**Figure I.2 – Application OTN multidomaine (scénario 2)**

La Figure I.3 illustre le cas d'un signal ODUi serveur du domaine A acheminé comme un signal ODUj client dans le domaine B directement sur le signal OTUj dans le domaine B.



**Figure I.3 – Application OTN multidomaine (scénario 3)**

## Appendice II

### Construction des connexions de canal optique

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

Cet appendice décrit l'ordre de construction des entités topologiques aboutissant à l'établissement d'un canal support de réseau. Cette description porte principalement sur les entités de configuration du spectre et ne traite pas de la création de toutes les entités de maintenance nécessaires.

La topologie de départ est un ensemble de matrices de canal support interconnectées par des fibres. Les canaux supports disponibles sont déterminés par la granularité des filtres autour de la matrice. Dans certains cas, la granularité peut être configurée.

Les connexions de matrices de canal support sont établies pour créer une nouvelle topologie de canaux supports interconnectant un sous-ensemble de matrices. Sur le plan administratif, la capacité spectrale attribuée au nouveau canal support est retirée de la capacité totale de la fibre. En poursuivant la configuration des filtres, la capacité de canal support peut être attribuée ultérieurement de manière administrative à des canaux supports plus petits.

L'étape suivante consiste à établir un canal support de réseau traversant la topologie construite précédemment. Lorsqu'une demande de canal de matrice support traverse une matrice dans un canal de matrice support établi précédemment, aucune action n'est requise pour configurer la matrice; toutefois, la demande devrait faire l'objet d'une vérification par rapport au canal de matrice support existant. Lorsque la demande de nouveau canal traverse une matrice non configurée, le canal de matrice support doit être établi. Dans les deux cas, une relation de retransmission OCh-O OAM doit être créée sur l'élément de réseau, afin qu'un en-tête OCh-O non associé puisse être réexpédié correctement. Même si la configuration de la retransmission OAM et la commutation du canal support de réseau peuvent se produire à des moments différents, il est plus probable qu'une demande de configuration unique effectue les opérations OAM et les opérations concernant la matrice support au même moment.

Une fois qu'un canal support de réseau existe dans le réseau, un signal OCh-P peut être émis et tout en-tête non associé sera retransmis au puits OCh-O.

Il est à noter que cette description concerne les informations nécessaires pour gérer l'utilisation des ressources dans le réseau. Elle ne donne aucune indication quant à l'endroit où cette information se trouve dans le réseau.

## Appendice III

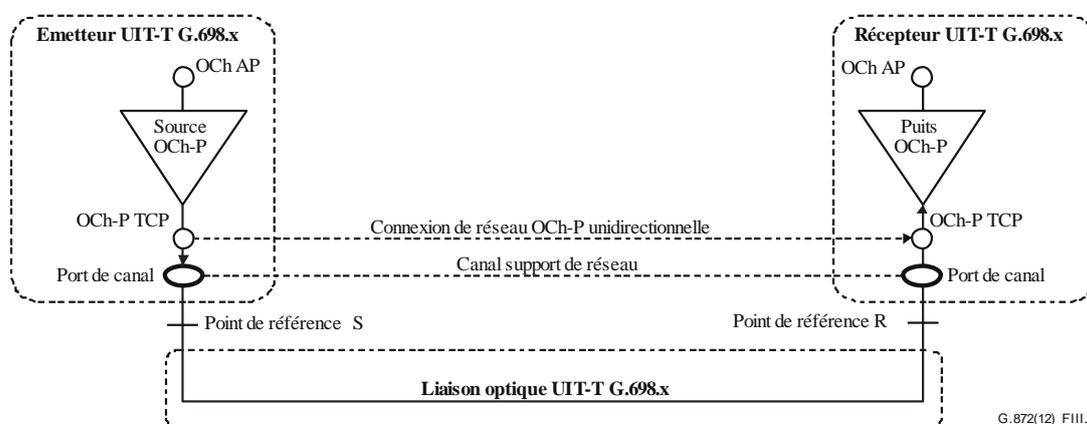
### Exemple d'utilisation de la méthode à liaison noire

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

L'application de la méthode à liaison noire pour spécifier la compatibilité des émetteurs, des récepteurs et des liaisons optiques est décrite dans [UIT-T G.698.1] et [UIT-T G.698.2].

La méthode dite "à liaison noire" permet de spécifier l'interface optique monocanal pour les signaux optiques DWDM. Des spécifications additionnelles sont fournies concernant les paramètres de "liaison noire", tels que la dispersion chromatique résiduelle, l'ondulation et la dispersion des modes de polarisation. Cette méthode permet d'assurer une compatibilité transversale au niveau du point monocanal en utilisant une configuration de multiplexage direct en longueur d'onde. En revanche, elle ne permet pas d'assurer une compatibilité transversale au niveau des points multicanaux. L'utilisation de la méthode à liaison noire pour définir la compatibilité transversale suppose que l'émetteur (source OCh-P<sub>TT</sub>), le récepteur (puits OCh-P<sub>TT</sub>) et la liaison optique (canal support de réseau) soient configurés pour prendre en charge le même code d'application<sup>17</sup>.

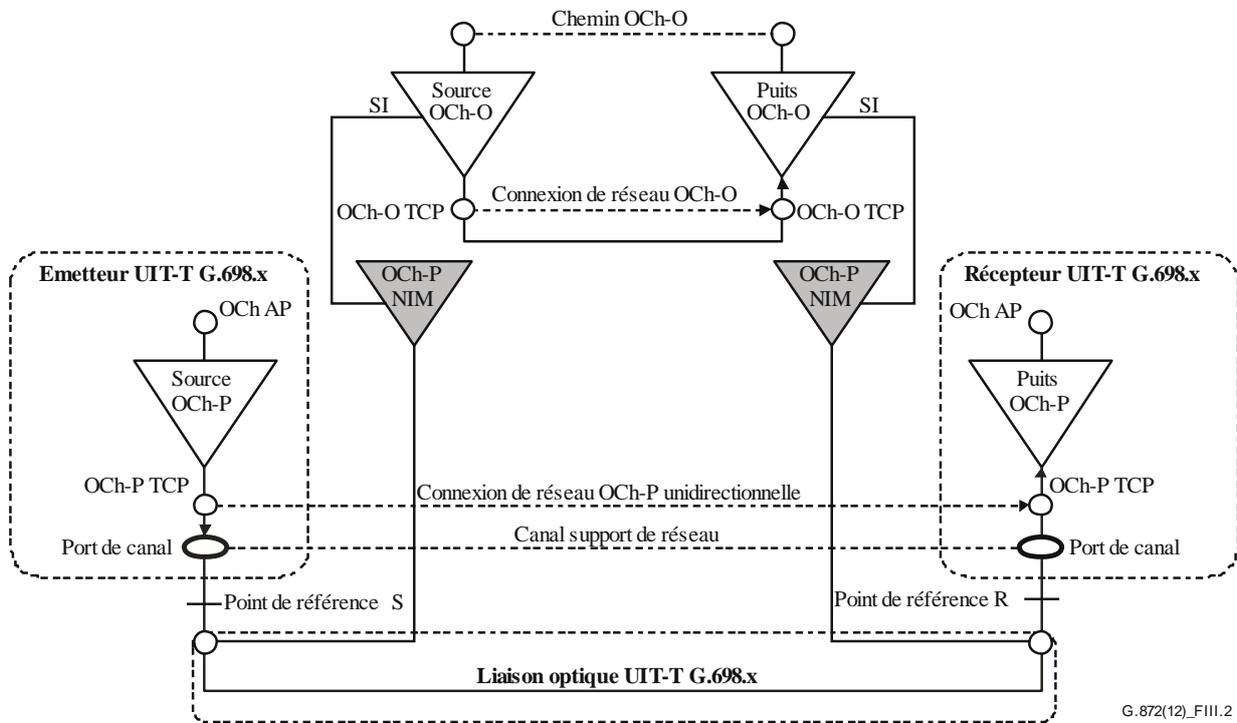
La Figure III.1 montre un exemple de connexion de réseau OCh-P unidirectionnelle selon la méthode à liaison noire.



**Figure III.1 – Connexion de réseau OCh unidirectionnelle selon la méthode de la liaison noire**

Il est possible d'utiliser une fonction OCh-P NIM pour surveiller le signal OCh-P à la limite de la liaison optique, comme le montre la Figure III.2. Si les fonctions OCh-P NIM et les entités OMS\_ME et OTS\_ME sont instanciées pour la liaison optique, la surveillance de la dégradation de la qualité de fonctionnement peut être prise en charge (voir la section 10). Les points de référence S et R définis dans [UIT-T G.698.1] et [UIT-T G.698.2] définissent les paramètres du signal OCh-P. Aucune spécification d'interface n'est donnée pour le signal OCh-O. Les capacités de gestion des alarmes, de détection des défauts et d'isolement des défauts pour le chemin OCh décrites dans la section 10 ne sont pas prises en charge, étant donné que, comme le montre la Figure III.2, l'information nécessaire n'est pas disponible.

<sup>17</sup> Les codes d'application sont définis dans [UIT-T G.698.1] et [UIT-T G.698.2].



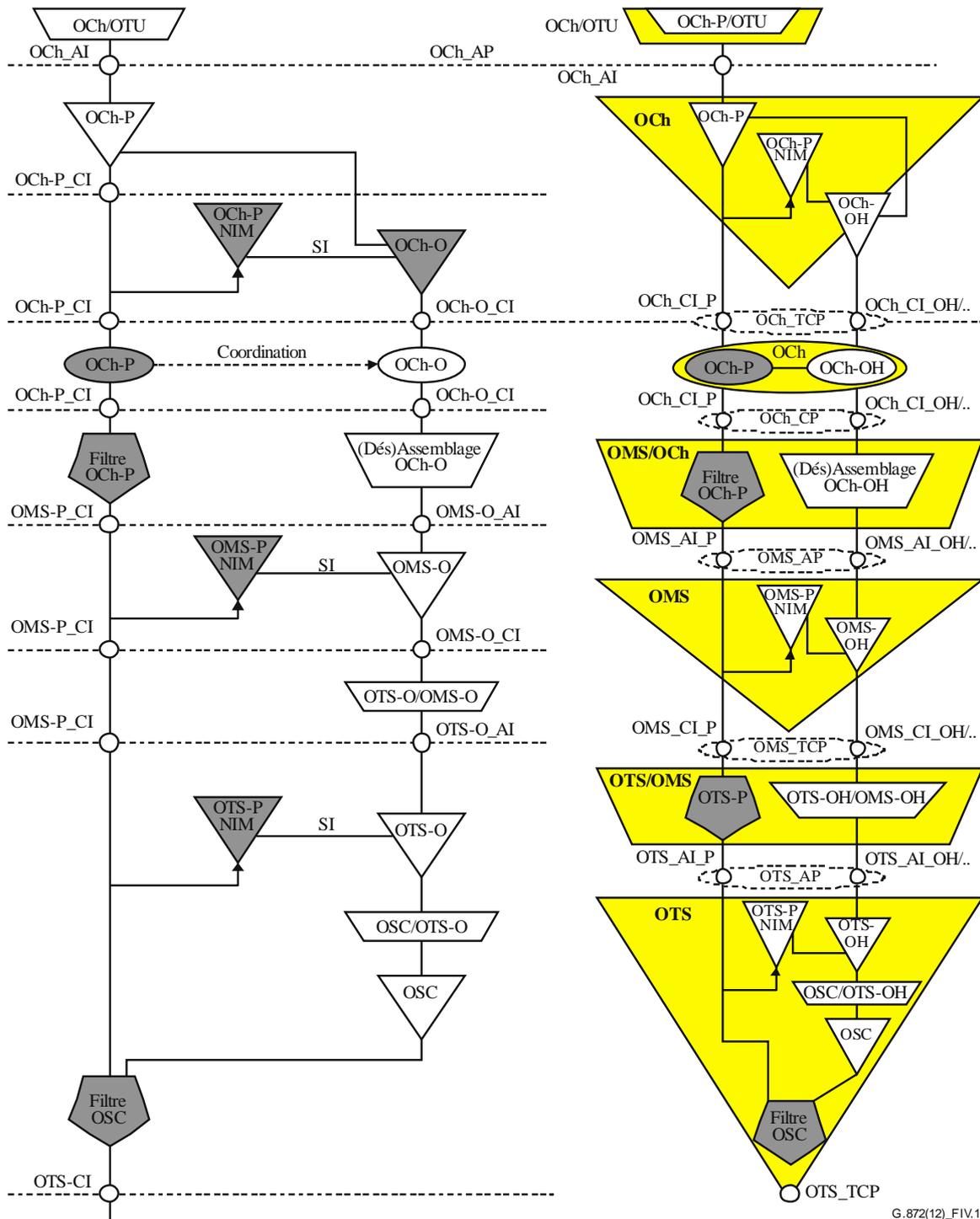
**Figure III.2 – Connexion de réseau OCh unidirectionnelle selon la méthode à liaison noire avec surveillance de la liaison optique**

## **Appendice IV**

### **Relation entre les Recommandations UIT-T G.872 et UIT-T G.798**

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

Cet appendice décrit la relation entre le modèle donné dans la présente Recommandation et les fonctions et les processus existants décrits dans [UIT-T G.798]. La Figure IV.1 montre que les éléments ajoutés à la présente Recommandation qui prennent en charge les éléments supports configurables et la capacité de gestion du support à une granularité supérieure à un signal OCh-P unique n'ont pas de répercussion sur les processus définis dans [UIT-T G.798].



G.872(12)\_FIV.1

**Figure IV.1 – Relation entre les Recommandations UIT-T G.872 et UIT-T G.798**

Veillez noter que les points de référence figurant dans la colonne de droite (UIT-T G.798) sont des références à la fois dans le trajet du signal et dans le trajet du flux OAM. Le point de référence UIT-T G.798 est délimité en pointillés et comprend deux composants.



## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
<b>Série G</b>	<b>Systemes et supports de transmission, systemes et reseaux numeriques</b>
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau numerique à intégration de services
Série J	Reseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des reseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Terminaux et méthodes d'évaluation subjectives et objectives
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Reseaux de données, communication entre systemes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systemes de télécommunication