



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.984.1

(03/2003)

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

Sections numériques et systèmes de lignes numériques –
Systèmes de transmission par ligne optique pour les
réseaux locaux et les réseaux d'accès

**Réseaux optiques passifs gigabitaires:
caractéristiques générales**

Recommandation UIT-T G.984.1

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
Généralités	G.900–G.909
Paramètres pour les systèmes à câbles optiques	G.910–G.919
Sections numériques à débits hiérarchisés multiples de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Systèmes numériques de transmission par ligne à débits non hiérarchisés	G.930–G.939
Systèmes de transmission numérique par ligne à supports MRF	G.940–G.949
Systèmes numériques de transmission par ligne	G.950–G.959
Section numérique et systèmes de transmission numériques pour l'accès usager du RNIS	G.960–G.969
Systèmes sous-marins à câbles optiques	G.970–G.979
Systèmes de transmission par ligne optique pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès	G.980–G.989
Réseaux d'accès	G.990–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION - ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

Recommandation UIT-T G.984.1

Réseaux optiques passifs gigabitaires: caractéristiques générales

Résumé

La présente Recommandation décrit un réseau d'accès souple à fibres optiques, capable de répondre aux besoins en matière de largeur de bande des services d'entreprises et des services résidentiels employant des systèmes à débits nominaux de ligne de 1,2 Gbit/s et de 2,4 Gbit/s en aval et de 155 Mbit/s, de 622 Mbit/s, de 1,2 Gbit/s et de 2,4 Gbit/s en amont. Les systèmes du réseau optique passif à débits de l'ordre du gigabit (GPON, *gigabit-capable passive optical network*) (en amont ou en aval) tant symétriques qu'asymétriques y sont décrits. Y sont aussi proposées les caractéristiques générales des réseaux GPON, fondées sur les besoins en matière de services des opérateurs.

La présente Recommandation vise à améliorer le système décrit dans la Rec. UIT-T G.983.1. Il y est réexaminé le service de soutien, la politique de sécurité, le débit binaire nominal, etc. Afin d'assurer une continuité maximale avec les systèmes existants et l'infrastructure à fibres optiques, il est conservé dans la présente Recommandation certaines des prescriptions de la Rec. UIT-T G.983.1.

Source

La Recommandation G.984.1 (2003) de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 16 mars 2003 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2003

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions 2
4	Abréviations..... 3
5	Architecture du réseau d'accès optique..... 3
5.1	Architecture du réseau 3
5.2	Configuration de référence 5
6	Services, interface utilisateur-réseau et interface de nœud de service..... 6
6.1	Services..... 6
6.2	Interface utilisateur-réseau et interface de nœud de service..... 7
7	Débit 7
8	Portée logique 7
9	Portée physique..... 7
10	Distance différentielle le long des fibres 7
11	Temps moyen maximal de propagation des signaux..... 7
12	Taux de division 8
13	Recouvrement des services..... 8
14	Protection de la section de réseau PON 8
14.1	Types de commutation possibles..... 8
14.2	Configurations et caractéristiques duplex possibles de réseau GPON..... 9
14.3	Prescriptions 12
14.4	Champs d'information nécessaires pour la trame OAM..... 12
15	Sécurité 12
Appendice I – Exemples de services, d'interfaces utilisateur-réseau et d'interfaces de nœud de service 13	
I.1	Exemples de services..... 13
I.2	Exemples d'interface utilisateur-réseau 14
I.3	Exemples d'interfaces de nœud de service 15
Appendice II – Bibliographie..... 16	

Recommandation UIT-T G.984.1

Réseaux optiques passifs gigabitaires: caractéristiques générales

1 Domaine d'application

La présente Recommandation porte sur les caractéristiques générales des systèmes du réseau optique passif gigabitaire (GPON, *gigabit-capable passive optical network*), qui permettent de donner des indications concernant les spécifications relatives à la couche Physique et à la couche de convergence de transmission ainsi que leur motivation. Ces caractéristiques générales comprennent des exemples de services, d'interfaces utilisateur-réseau (UNI, *user network interface*) et d'interfaces de nœud de service (SNI, *service node interface*), exigés par les opérateurs de réseau. Dans la présente Recommandation est aussi représentée la principale configuration de la répartition.

Dans la mesure du possible, il a été conservé dans la présente Recommandation les caractéristiques de la Rec. UIT-T G.982 et de la série des Recommandations UIT-T G.983.x, afin d'assurer la compatibilité avec les réseaux de distribution optique (ODN, *optical distribution network*) antérieurs, conformes à ces Recommandations.

Les systèmes de réseau GPON se caractérisent d'une manière générale par un système de terminaison de ligne optique (OLT, *optical line termination*) et une unité de réseau optique (ONU, *optical network unit*) ou une terminaison de réseau optique (ONT, *optical network termination*), un réseau de distribution optique (ODN) assurant l'interconnexion entre eux. Cela correspond généralement à une relation en étoile entre la terminaison OLT et les unités/terminaisons ONU/ONT, respectivement.

2 Références normatives

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

- [1] Recommandation UIT-T G.652 (2003), *Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes.*
- [2] Recommandation UIT-T G.902 (1995), *Recommandation de base sur les réseaux d'accès fonctionnels – Architecture et fonctions, types d'accès, gestion et aspects relatifs aux nœuds de service.*
- [3] Recommandation UIT-T G.982 (1996), *Réseaux d'accès optiques pour la prise en charge des services jusqu'au débit primaire du RNIS ou à des débits équivalents.*
- [4] Recommandation UIT-T G.983.1 (1998), *Systèmes d'accès optique à large bande basés sur un réseau optique passif.*
- [5] Recommandation UIT-T G.983.2 (2002), *Spécification de l'interface de gestion et de commande de terminaison de réseau optique pour réseau optique passif à large bande.*
- [6] Recommandation UIT-T G.983.3 (2001), *Système d'accès optique à large bande avec capacité de service accrue par attribution de longueur d'onde.*
- [7] Recommandation UIT-T I.112 (1993), *Glossaire des termes relatifs au RNIS.*

3 Définitions

Dans la présente Recommandation, il est fréquemment employé les termes définis dans la Rec. UIT-T G.983.1 [4] et dans la Rec. UIT-T G.983.3 [6]; certains termes ont été ajoutés. On a jugé bon de rappeler dans le présent paragraphe les principales définitions liées aux prescriptions relatives aux services dans le réseau GPON.

3.1 fonction d'adaptation (AF, *adaptation function*): fonction consistant en un équipement supplémentaire destiné à changer une interface d'abonné unité/terminaison ONT/ONU en l'interface UNI qui est demandée par un opérateur, ou à changer une interface UNI en une interface d'abonné unité/terminaison ONT/ONU. Les fonctions AF dépendent de l'interface d'abonné unité/terminaison ONT/ONU et de l'interface UNI. Elles servent aussi à changer une interface de terminaison OLT en l'interface SNI qui est demandée par un opérateur, ou à changer une interface SNI en une interface de terminaison OLT.

3.2 portée logique: portée définie comme étant la distance maximale qui peut être atteinte pour un système de transmission donné, indépendamment du bilan optique.

3.3 distance différentielle le long des fibres: distance entre l'unité/terminaison ONU/ONT la plus proche et l'unité/terminaison ONU/ONT la plus éloignée de la terminaison OLT, celle-ci étant reliée à plusieurs unités/terminaisons ONU/ONT.

3.4 temps moyen de propagation d'un signal: moyenne des temps de propagation d'un signal en amont et en aval entre des points de référence. Elle est déterminée en mesurant le temps de propagation aller-retour, puis en divisant ce temps par 2.

3.5 réseau d'accès optique (OAN, *optical access network*): ensemble de liaisons d'accès partageant les mêmes interfaces côté réseau et prises en charge par des systèmes de transmission avec accès optique. Le réseau OAN peut comprendre un certain nombre de réseaux ODN reliés à la même terminaison OLT.

3.6 réseau de distribution optique (ODN, *optical distribution network*): réseau permettant de réaliser la transmission optique de la terminaison OLT vers les utilisateurs et vice versa. Il emploie des composants optiques passifs.

3.7 terminaison de ligne optique (OLT, *optical line termination*): terminaison assurant l'interface côté réseau pour le réseau OAN. Elle est reliée à un ou plusieurs réseaux ODN.

3.8 terminaison de réseau optique (ONT, *optical network termination*): unité ONU employée pour le raccordement par fibre jusqu'au domicile (FTTH), qui incorpore la fonction de port d'utilisateur.

3.9 unité de réseau optique (ONU, *optical network unit*): unité assurant (directement ou à distance) l'interface côté utilisateur pour le réseau OAN. Elle est reliée au réseau ODN.

3.10 portée physique: portée définie comme étant la distance physique maximale qui peut être atteinte pour un système de transmission donné.

3.11 service: service défini comme un service de réseau demandé par les opérateurs. Il est désigné par un nom qui peut facilement être reconnu par tous, indépendamment du fait qu'il soit un nom de structure de trame ou un nom général.

3.12 interface de nœud de service (SNI, *service node interface*): voir la Rec. UIT-T G.902.

3.13 interface utilisateur-réseau (UNI, *user network interface*): voir la Rec. UIT-T I.112.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AF	fonction d'adaptation (<i>adaptation function</i>)
BRI	interface à débit de base (<i>basic rate interface</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
FTTB	fibres jusqu'au bâtiment (<i>fibres to the building</i>)
FTTCab/C	fibres jusqu'à l'armoire de répartition/jusqu'au trottoir (<i>fibres to the cabinet/curb</i>)
FTTH	fibres jusqu'au domicile (<i>fibres to the home</i>)
LT	terminal de ligne (<i>line terminal</i>)
MDU	unité d'habitation multiple (<i>multi-dwelling unit</i>)
NT	terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OAN	réseau d'accès optique (<i>optical access network</i>)
ODN	réseau de distribution optique (<i>optical distribution network</i>)
OLT	terminaison de ligne optique (<i>optical line termination</i>)
ONT	terminaison de réseau optique (<i>optical network termination</i>)
ONU	unité de réseau optique (<i>optical network unit</i>)
OpS	système d'exploitation (<i>operations system</i>)
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PON	réseau optique passif (<i>passive optical network</i>)
PRI	interface à débit primaire (<i>primary rate interface</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration des services
RTC	réseau téléphonique commuté
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SN	numéro de série (<i>serial number</i>)
SNI	interface de nœud de service (<i>service node interface</i>)
TC	convergence de transmission (<i>transmission convergence</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>)
VOD	vidéo à la demande (<i>video-on-demand</i>)
WDM	multiplexage par répartition en longueur d'onde (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Architecture du réseau d'accès optique

5.1 Architecture du réseau

La section optique d'un système de réseau d'accès local peut être soit active soit passive et son architecture peut être soit de point à point soit de point à multipoint. La Figure 1 illustre les architectures prises en compte, à savoir le raccordement par fibres jusqu'au domicile (FTTH, *fibres to the home*), par fibres jusqu'au bâtiment/trottoir (FTTB/C, *fibres to the building/curb*) et par fibres

jusqu'à l'armoire de répartition (FTTCab, *fibre to the cabinet*). Le réseau d'accès optique (OAN, *optical access network*) est présent dans toutes les architectures illustrées dans la Figure 1, de sorte que cette structure commune à tous les systèmes pourrait donner lieu à d'importants volumes au niveau mondial.

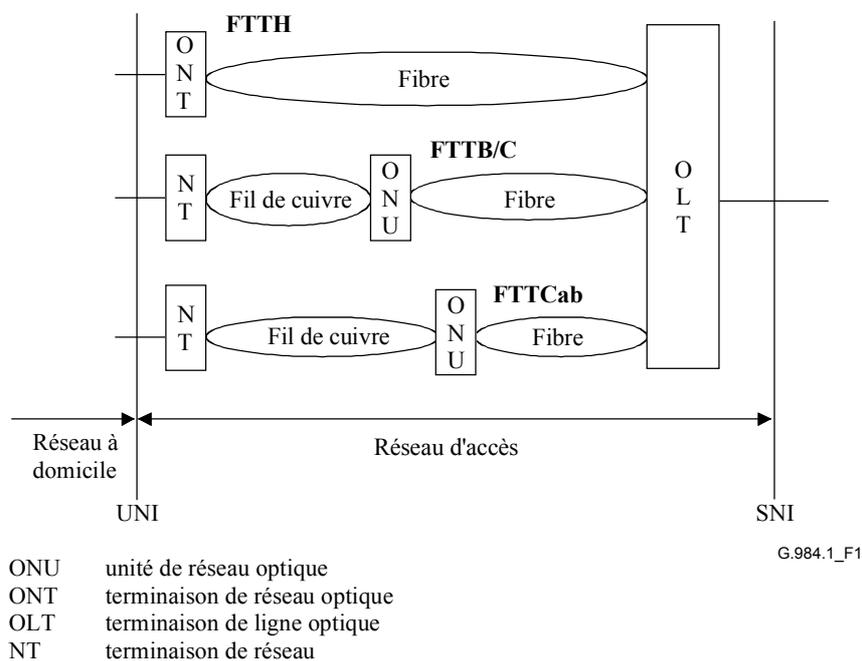


Figure 1/G.984.1 – Architecture de réseau

Les différences entre les options de réseau avec raccordements FTTH, FTTC, FTTCab et FTTH sont principalement dues aux différences entre les services qu'elles assurent, de sorte qu'elles peuvent être traitées de la même manière dans la présente Recommandation.

5.1.1 Scénario de raccordement FTTH

Le scénario de raccordement FTTH est subdivisé en deux scénarios, l'un pour les unités d'habitation multiple (MDU, *multi-dwelling unit*) et l'autre pour les entreprises. Chacun de ces scénarios comprend les catégories de services suivantes :

5.1.1.1 Raccordement FTTH pour les unités MDU

- Services asymétriques à large bande (par exemple, services de diffusion numérique, vidéo à la demande, téléchargement de fichiers, etc.).
- Services symétriques à large bande (par exemple, diffusion de contenus, courrier électronique, échange de fichiers, téléenseignement, télé médecine, jeux en ligne, etc.).
- Réseaux téléphoniques commutés (RTC) et RNIS. Le réseau d'accès doit être en mesure d'assurer de manière souple les services téléphoniques à bande étroite, l'introduction se faisant en temps voulu.

5.1.1.2 Raccordement FTTH pour les entreprises

- Services symétriques à large bande (par exemple, logiciel de groupe, diffusion de contenus, courrier électronique, échange de fichiers, etc.).
- Services RTC et RNIS. Le réseau d'accès doit être en mesure d'assurer de manière souple les services téléphoniques à bande étroite, l'introduction se faisant en temps voulu.

- Ligne privée. Le réseau d'accès doit être en mesure d'assurer de manière souple les services sur les lignes privées à plusieurs débits.

5.1.2 Scénario de raccordement FTTC et FTTCab

Dans le cadre de ce scénario, les catégories de services suivantes ont été prises en compte:

- services asymétriques à large bande (par exemple, services de diffusion numérique, vidéo à la demande, téléchargement de fichiers, jeux en ligne, etc.).
- services symétriques à large bande (par exemple, diffusion de contenus, courrier électronique, échange de fichiers, téléenseignement, télémédecine, etc.).
- service RTC et RNIS. Le réseau d'accès doit être en mesure d'assurer de manière souple les services téléphoniques à bande étroite, l'introduction se faisant en temps voulu.
- raccordement par ligne d'abonné numérique x (xDSL, x *digital subscriber line*).

5.1.3 Scénario de raccordement FTTH

Dans le cadre de ce scénario, les catégories de services suivantes ont été prises en compte:

- services asymétriques à large bande (par exemple, services de diffusion numérique, vidéo à la demande, téléchargement de fichiers, etc.).
- services symétriques à large bande (par exemple, diffusion de contenus, courrier électronique, échange de fichiers, téléenseignement, télémédecine, jeux en ligne, etc.).
- service RTC et RNIS. Le réseau d'accès doit être en mesure d'assurer de manière souple les services téléphoniques à bande étroite, l'introduction se faisant en temps voulu.

5.2 Configuration de référence

La configuration de référence est représentée dans la Figure 2.

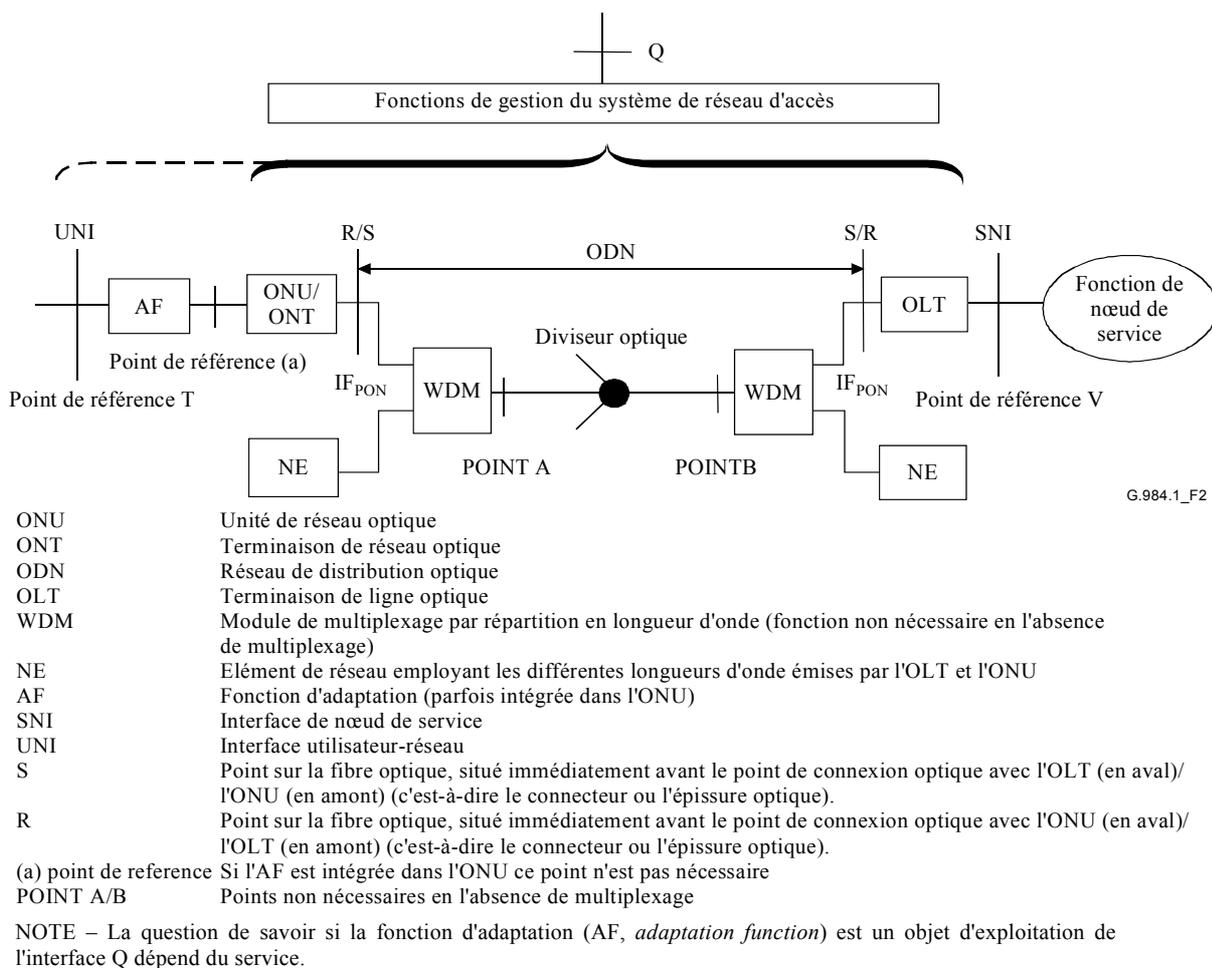


Figure 2/G.984.1 – Configuration de référence pour le réseau GPON

5.2.1 Interface de nœud de service

Voir la Rec. UIT-T G.902 [2].

5.2.2 Interface aux points de référence S/R et R/S

L'interface aux points de référence S/R et R/S est définie comme étant IF_{PON}. Elle est propre au réseau optique passif (PON, *passive optical network*) et prend en charge tous les éléments de protocole nécessaires à la transmission entre une terminaison de ligne optique (OLT, *optical line termination*) et des unités de réseau optique (ONU, *optical network unit*).

6 Services, interface utilisateur-réseau et interface de nœud de service

6.1 Services

En raison de sa largeur de bande, il faut que le réseau GPON assure tous les services connus à l'heure qu'il est et les nouveaux services à l'étude, destinés aux abonnés résidentiels et aux entreprises clientes.

Les services particuliers qui pourraient être fournis sont mieux recensés par certains opérateurs que par d'autres et dépendent fortement des conditions réglementaires propres à chacun des marchés des opérateurs, ainsi que du potentiel même des marchés. La question de savoir comment ces services pourront être fournis au meilleur coût dépend non seulement des conditions juridiques, mais aussi de facteurs tels que l'infrastructure existante des télécommunications, la répartition des habitations et le rapport des clients résidentiels par rapport aux entreprises clientes.

Des exemples de services sont décrits au § I.1.

6.2 Interface utilisateur-réseau et interface de nœud de service

L'unité ONU/la terminaison de réseau optique (ONT, *optical network termination*) possède une interface utilisateur-réseau (UNI, *user network interface*), tandis que la terminaison OLT possède une interface de nœud de service (SNI, *service node interface*), comme illustré dans la Figure 2. L'interface UNI/SNI dépend des services qui sont fournis par l'opérateur de services.

Des exemples d'interfaces UNI sont décrits au § I.2, tandis que des exemples d'interfaces SNI sont décrits au § I.3.

7 Débit

Le réseau GPON vise à permettre l'emploi de vitesses de transmission supérieures ou égales à 1,2 Gbit/s. Toutefois, dans le cas des raccordements FTTH ou FTTC avec des lignes xDSL asymétriques, de tels débits à grande vitesse en amont pourraient ne pas être nécessaires. En conséquence, on a défini comme suit dans le réseau GPON les sept combinaisons suivantes de vitesses de transmission:

- 155 Mbit/s en amont, 1,2 Gbit/s en aval;
- 622 Mbit/s en amont, 1,2 Gbit/s en aval;
- 1,2 Gbit/s en amont, 1,2 Gbit/s en aval;
- 155 Mbit/s en amont, 2,4 Gbit/s en aval;
- 622 Mbit/s en amont, 2,4 Gbit/s en aval;
- 1,2 Gbit/s en amont, 2,4 Gbit/s en aval;
- 2,4 Gbit/s en amont, 2,4 Gbit/s en aval.

8 Portée logique

La portée logique est la distance maximale entre une unité/terminaison ONU/ONT et une terminaison OLT, mis à part la limitation de la couche Physique. Dans le réseau GPON, la portée logique maximale est définie comme étant égale à 60 km.

9 Portée physique

La portée physique est la distance physique maximale entre l'unité/terminaison ONU/ONT et la terminaison OLT. Dans le réseau GPON, deux options sont définies pour la portée physique: 10 km et 20 km. On suppose que 10 km est la distance maximale sur laquelle peut être employée la diode laser à effet Fabry-Perot (FP-LD, *Fabry-Perot laser diode*) dans l'unité ONU pour de hauts débits tels que 1,25 Gbit/s ou plus.

10 Distance différentielle le long des fibres

Dans un réseau GPON, la distance différentielle maximale le long des fibres est égale à 20 km. Cela influe sur la dimension de la fenêtre des distances et garantit la conformité avec la Rec. UIT-T G.983.1.

11 Temps moyen maximal de propagation des signaux

Dans le réseau GPON, on doit pouvoir assurer des services qui nécessitent un temps moyen maximal de propagation des signaux de 1,5 ms.

Entre les points T et V (ou entre les points (a) et V, en fonction du choix de l'opérateur), en particulier, ce temps moyen maximal doit être inférieur à 1,5 ms. Voir le § 12/G.982 [3].

Bien qu'une section de mesure des temps de propagation soit comprise entre les points T et V pour le système de raccordement FTTH ou entre les points (a) et V pour l'autre application conforme à la Rec. UIT-T G.982, dans un système de réseau GPON, les points de référence ne sont pas soumis à des restrictions en raison de la configuration du système.

12 Taux de division

Fondamentalement, au plus est grand le taux de division dans le réseau GPON, au plus celui-ci présente de l'intérêt pour les opérateurs. Toutefois, un plus grand taux de division implique une division optique plus grande et la nécessité de disposer d'un budget accru en puissance pour prendre en charge la portée physique.

Etant donné les techniques actuelles, des taux de division pouvant atteindre une valeur de 1:64 pour la couche physique sont raisonnables. Toutefois, pour anticiper l'évolution continue des modules optiques, on doit envisager pour la couche de convergence de transmission (TC, *convergence transmission*) des taux de division pouvant atteindre une valeur de 1:128.

13 Recouvrement des services

On peut employer une longueur d'onde de recouvrement pour fournir des services renforcés à l'abonné. En conséquence, il convient de vider dans le réseau GPON la bande de renforcement définie dans la Rec. UIT-T 983.3.

14 Protection de la section de réseau PON

On considère, du point de vue de l'administration du réseau d'accès, que l'architecture de protection du réseau GPON renforce la fiabilité des réseaux d'accès. La protection doit toutefois être considérée comme facultative parce que son implémentation dépend de la réalisation des systèmes sur le plan économique.

Dans le présent paragraphe sont décrites, à titre d'exemple de systèmes de réseau GPON protégés, quelques configurations duplex possibles et les prescriptions y relatives. En outre, y est mentionné le message de gestion, d'exploitation et de maintenance (OAM, *operation, administration and maintenance*) exigé pour la protection.

14.1 Types de commutation possibles

On distingue les deux types suivants de commutation de protection, semblables à ceux des systèmes en hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*):

- i) commutation automatique;
- ii) commutation forcée.

Le premier type de commutation est déclenché par la détection d'une défaillance, telle que la perte d'un signal, la perte d'une trame, la dégradation d'un signal (le taux d'erreurs sur les bits est plus mauvais que celui qui est prévu), etc. Le deuxième type de commutation est activé par des mesures administratives, telles que le réacheminement le long des fibres, le remplacement des fibres, etc. Les deux types de commutation devraient pouvoir se faire, si nécessaire, dans le système GPON, même s'ils sont en option. La commutation est généralement réalisée par la fonction OAM. En raison de cela, le champ d'information OAM nécessaire doit être réservé dans la trame OAM.

La Figure 3 représente le modèle de système duplex pour le réseau d'accès. La partie chargée de la protection dans le système GPON devrait assurer la protection entre l'interface du réseau de distribution optique (ODN, *optical distribution network*) au niveau de la terminaison OLT et

l'interface ODN au niveau de l'unité ONU, hormis la redondance de l'interface SNI au niveau de la terminaison OLT.

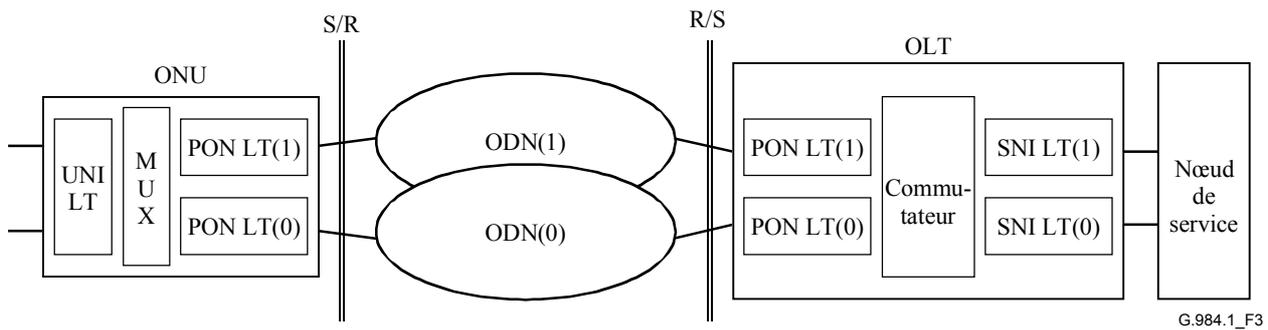


Figure 3/G.984.1 – Modèle de système duplex

14.2 Configurations et caractéristiques duplex possibles de réseau GPON

On distingue plusieurs types de systèmes duplex de réseau GPON, comme illustré dans la Figure 4a à d. Les protocoles de commande pour chaque configuration devraient être indiqués indépendamment les uns des autres.

Par exemple, aucun protocole de commutation n'est exigé pour le terminal/l'unité OLT/ONU dans la Figure 4a puisque la commutation n'est appliquée qu'aux fibres optiques. De même, dans la Figure 4b, il n'est pas exigé de protocole de commutation puisque celle-ci n'est effectuée qu'au niveau de la terminaison OLT.

14.2.1 Exemples de configuration

Type A: dans la première configuration, seules les fibres optiques sont dédoublées, comme illustré dans la Figure 4a. Dans ce cas, les unités ONU et la terminaison OLT sont singulières.

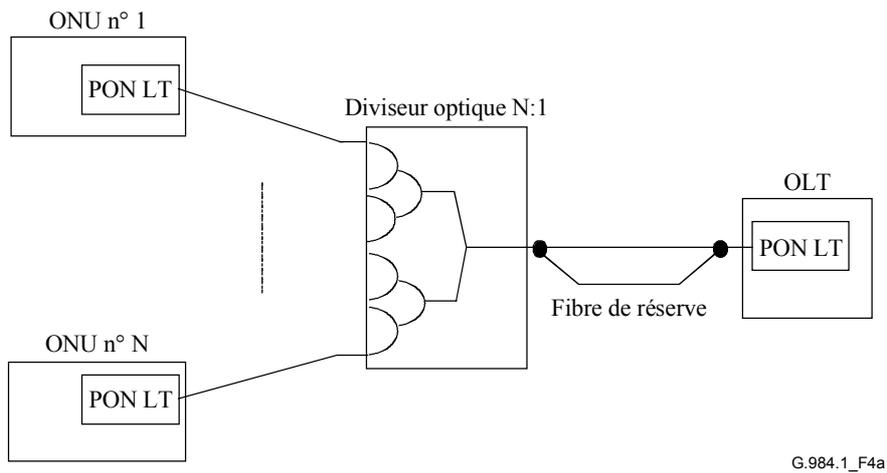
Type B: dans la deuxième configuration (Figure 4b), la terminaison OLT est dédoublée, ainsi que les fibres optiques entre les terminaisons OLT et le diviseur optique, et le diviseur possède deux ports d'entrée/sortie du côté des terminaisons OLT. Cette configuration permet de réduire les frais de dédoublement des unités ONU, mais seule la récupération du côté de la terminaison OLT peut se faire.

Type C: dans la troisième configuration (Figure 4c), non seulement l'équipement du côté de la terminaison OLT est dédoublé, mais aussi celui du côté des unités ONU. Dans cette configuration, la récupération au moyen de la commutation vers un équipement de réserve, après une défaillance, est possible en tout point. La fiabilité peut donc être grande lorsque la totalité des frais de dédoublement est prise en charge.

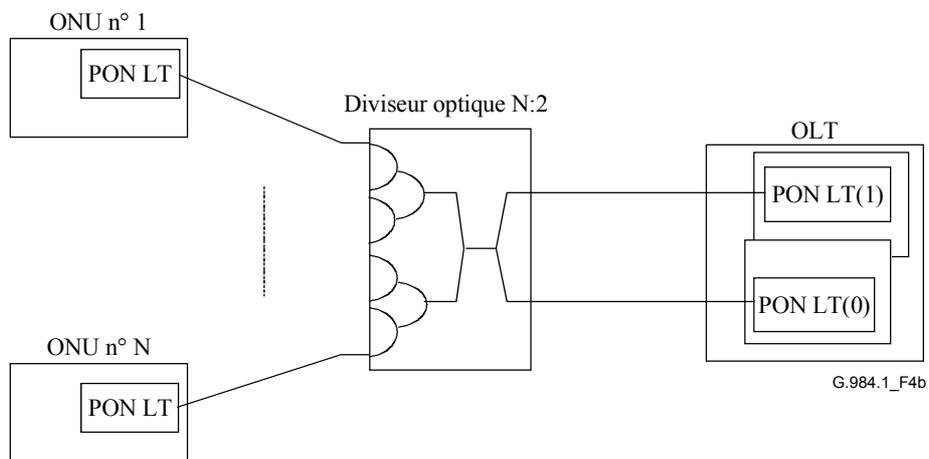
Type D: si les unités ONU sont installées dans les bâtiments des clients, le câblage intérieur peut éventuellement être dédoublé. En outre, si chacune des unités ONU appartient à un utilisateur différent, les besoins en matière de fiabilité dépendent de chacun des utilisateurs et seul un nombre limité d'unités ONU peut disposer d'une configuration duplex. Compte tenu de ce qui précède, la dernière configuration (Figure 4d) permet un dédoublement partiel du côté des unités ONU. Dans la figure est donné un exemple où certaines unités ONU sont dédoublées (l'unité ONU n° 1), tandis que d'autres sont singulières (l'unité ONU n° N). Les points principaux sont les suivants:

- 1) employer des doubles diviseurs optiques N:2 pour relier le terminal de ligne (0) (LT, *line terminal*) de réseau PON dans l'unité ONU n° 1 au diviseur N(0) et le terminal LT(1) de réseau PON dans l'unité ONU n° 1 au diviseur N(1);
- 2) relier le terminal LT de réseau PON dans l'unité ONU n° N à l'un des diviseurs optiques (parce qu'il est singulier);

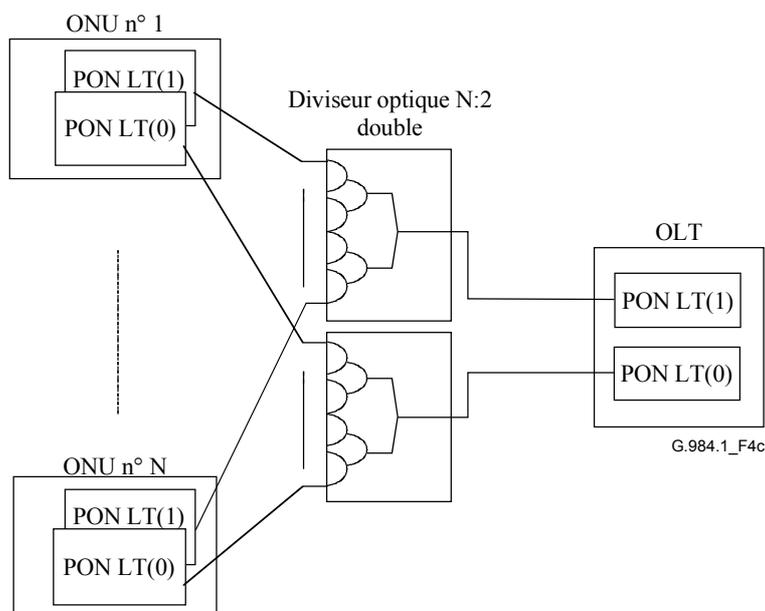
- 3) employer des doubles diviseurs optiques 2:1 pour relier le terminal LT(0) de réseau PON dans la terminaison OLT au diviseur (0) et le terminal LT(1) de réseau PON dans la terminaison OLT au diviseur (1);
- 4) relier les doubles diviseurs optiques N:2 et les doubles diviseurs optiques 2:1, un port du diviseur (1) étant relié au diviseur N(0), tandis qu'un port du diviseur (0) est relié au diviseur N(1);
- 5) employer l'intervention de secours manuelle tant dans la terminaison OLT que dans les unités ONU pour éviter la collision, dans la terminaison OLT ou dans l'unité ONU n° 1, de signaux optiques provenant des terminaux LT(0) et LT(1) de réseau PON.



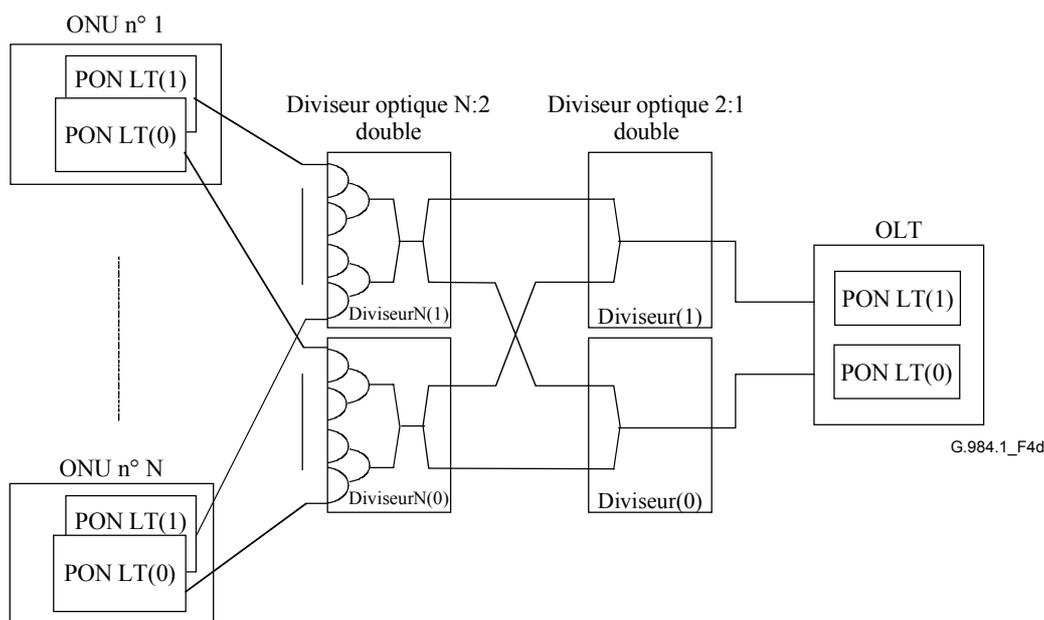
**Figure 4a/G.984.1 – Système duplex de réseau GPON:
Système de dédoublement de fibre**



**Figure 4b/G.984.1 – Système duplex de réseau GPON:
Système de dédoublement de la terminaison OLT seule**



**Figure 4c/G.984.1 – Système duplex de réseau GPON:
Système entièrement duplex**



**Figure 4d/G.984.1 – Système duplex de réseau GPON:
Configuration partiellement duplex**

14.2.2 Caractéristiques

Type A: dans ce cas, on ne peut éviter qu'un signal ou même une trame se perde pendant la durée de la commutation. Toutefois, toutes les connexions entre le nœud de service et l'équipement terminal devraient être maintenues après cette commutation de fibre.

Type B: cette configuration exige une intervention de secours manuelle du circuit de réserve du côté de la terminaison OLT. Dans ce cas, on ne peut éviter en général qu'un signal ou même une trame se perde pendant la durée de la commutation. Toutefois, toutes les connexions établies entre le nœud de service et l'équipement terminal devraient être maintenues après cette commutation.

Type C: dans ce cas, l'intervention de secours automatique des circuits de réserve du récepteur est possible des côtés tant des unités ONU que de la terminaison OLT. En outre, une commutation sans à-coups (sans perte de trame) est aussi possible dans cette configuration.

Type D: les caractéristiques de ce type de configuration sont les mêmes que celles du type B.

14.3 Prescriptions

- i) La fonction de commutation de protection doit être en option.
- ii) Tant la commutation de protection automatique que la commutation forcée sont possibles, si nécessaires, dans le système de réseau GPON, même si ces fonctions sont en option.
- iii) Tous les exemples de configuration du § 14.2 sont possibles, même si les fonctions sont en option.
- iv) La commutation est généralement réalisée par la fonction OAM. En raison de cela, le champ d'information OAM nécessaire doit être réservé dans la trame OAM.
- v) Toutes les connexions établies entre le nœud de service et l'équipement terminal doivent être maintenues après la commutation.

En ce qui concerne la dernière prescription, la période de perte de trame d'une implémentation du nœud du service RTC (centre de commutation) doit être inférieure à 120 ms. Si cette période est plus longue, le nœud de service interrompt la connexion, et l'établissement de la communication est à nouveau demandé après la commutation de protection. Puisque le réseau GPON prend en charge l'émulation des services conventionnels, tels que les services RTC et RNIS, il doit être tenu compte de cette valeur.

14.4 Champs d'information nécessaires pour la trame OAM

Compte tenu de la similitude avec le système en hiérarchie SDH, la commutation de protection impose que le nombre de codes à employer en amont et en aval, figurant dans le champ de la trame OAM, soit inférieur à dix. Il sera nécessaire de définir la cartographie du champ de la trame OAM pour la protection.

15 Sécurité

En raison de la nature multidestinataire du réseau PON, le réseau GPON impose que le mécanisme de sécurité remplisse les obligations suivantes:

- empêcher les autres utilisateurs de décoder facilement les données en aval;
- empêcher les autres utilisateurs de se faire passer pour d'autres unités/terminaisons ONU/ONT ou pour d'autres utilisateurs qu'eux-mêmes;
- assurer une implémentation efficace.

Appendice I

Exemples de services, d'interfaces utilisateur-réseau et d'interfaces de nœud de service

Le présent appendice décrit des exemples de services, d'interfaces UNI et d'interfaces SNI, qui sont exigés par les opérateurs.

I.1 Exemples de services

Les exemples de services que le réseau GPON doit assurer sont donnés dans le Tableau I.1 et complétés par des observations pertinentes.

Tableau I.1/G.984.1 – Exemples de services et observations relatives

Catégorie de service (Note 1)	Service	Observations
Service de données	Ethernet (Note 2)	<ul style="list-style-type: none">– Normalisé dans la Norme IEEE 802.3.– Conforme à la Norme IEEE 802.1D.
RTPC	RTC	<ul style="list-style-type: none">– Temps moyen de propagation du signal entre T-V (ou (a)-V) devant être inférieur à 1,5 ms. Si l'annulation d'écho est employée dans le réseau, ce temps entre T-V (ou (a)-V) dans le système fondé sur le réseau PON peut être plus long, à condition que les prescriptions relatives au temps de propagation de bout en bout soit respectées.– Synchronisation avec l'horloge du réseau à 8 kHz.– Signal au point de référence T et au point de référence V devant être continu.
	RNIS (BRI)	<ul style="list-style-type: none">– Débit des voies support égal à 144 kbit/s.– Temps moyen de propagation du signal entre T-V (ou (a)-V) devant être inférieur à 1,5 ms.– Synchronisation avec l'horloge du réseau à 8 kHz.
	RNIS (PRI)	<ul style="list-style-type: none">– Débit des voies support égal à 1,544 Mbit/s et à 2,048 Mbit/s.– Temps moyen de propagation du signal entre T-V (ou (a)-V) devant être inférieur à 1,5 ms.– Synchronisation avec l'horloge du réseau à 8 kHz.

Tableau I.1/G.984.1 – Exemples de services et observations relatives

Catégorie de service (Note 1)	Service	Observations
Ligne privée	T1	<ul style="list-style-type: none"> – Débit des voies support égal à 1,544 Mbit/s. – Temps moyen de propagation du signal entre T-V (ou (a)-V) devant être inférieur à 1,5 ms. – Synchronisation avec l'horloge du réseau à 8 kHz.
	E1	<ul style="list-style-type: none"> – Débit des voies support égal à 2,048 Mbit/s. – Temps moyen de propagation du signal entre T-V (ou (a)-V) devant être inférieur à 1,5 ms. – Synchronisation avec l'horloge du réseau à 8 kHz.
	DS3	<ul style="list-style-type: none"> – Débit des voies support égal à 44,736 Mbit/s. – Synchronisation avec l'horloge du réseau à 8 kHz.
	E3	<ul style="list-style-type: none"> – Débit des voies support égal à 34,368 Mbit/s. – Synchronisation avec l'horloge du réseau à 8 kHz.
	ATM	<ul style="list-style-type: none"> – Normalisé dans la Rec. UIT-T I.361. – Conforme à la Rec. UIT-T I.356.
Vidéo	Vidéo numérique	<ul style="list-style-type: none"> – Fournie avec une qualité égale à celle de la classe 1 définie dans la Rec. UIT-T I.356 ou avec une valeur de rt-VBR/CBR telle que définie dans le Forum ATM.
<p>NOTE 1 – La catégorie de service est simplement un indice. Elle n'a pas de signification propre, mais elle s'avère utile lors de la visualisation des services.</p> <p>NOTE 2 – Le service Ethernet sert principalement à transmettre des données telles que les données IP, qui comprennent la voix sur IP, les flux vidéo codés en formats MPEG-2 ou MPEG-4, etc.</p>		

I.2 Exemples d'interface utilisateur-réseau

Dans le présent appendice, l'interface UNI est définie comme étant l'interface qui satisfait aux conditions suivantes:

- être décrite par une norme bien connue;
- comporter un aspect de la couche Physique.

Certaines interfaces UNI sont fournies par l'intermédiaire d'une fonction AF, de sorte qu'il n'est pas obligatoire que l'unité/terminaison ONU/ONT prenne ces interfaces en charge.

Des exemples d'interfaces UNI, d'interfaces physiques et de services qu'elles fournissent sont donnés dans le Tableau I.2.

Tableau I.2/G.984.1 – Exemples d'interfaces UNI et de services

UNI (Note 1)	Interface physique (Note 2)	Service (Note 3)
10BASE-T (IEEE802.3)	–	Ethernet
100BASE-TX (IEEE802.3)	–	Ethernet
1000BASE-T (IEEE802.3)	–	Ethernet
Rec. UIT-T I.430	–	RNIS (BRI)
Rec. UIT-T I.431	–	RNIS (PRI), T1, ATM
Rec. UIT-T G.703	PDH	DS3, ATM, E1, E3
Rec. UIT-T I.432.5	Interface métallique à 25 Mbit/s	ATM
Rec. UIT-T G.957	STM-1,4	ATM
ANSI T1.102, ANSI T1.107	PDH	T1, DS3
<p>NOTE 1 – De nombreux autres services sont intégrés dans le réseau GPON, mais ils ne disposent pas d'interfaces UNI définies.</p> <p>NOTE 2 – Chaque rubrique dans la colonne intitulée "Interface physique" est illustrée par la rubrique correspondante dans la colonne intitulée "UNI".</p> <p>NOTE 3 – La colonne intitulée "Service" mentionne les services qui peuvent être pris en charge par l'interface physique.</p>		

I.3 Exemples d'interfaces de nœud de service

Dans le présent appendice, l'interface SNI est définie comme étant l'interface qui satisfait aux conditions suivantes:

- être décrite par une norme bien connue;
- comporter un aspect de la couche Physique.

Des exemples d'interfaces SNI, d'interfaces physiques et de services qu'elles fournissent sont donnés dans le Tableau I.3.

Tableau I.3/G.984.1 – Exemples d'interfaces SNI et de services

SNI (Note 1)	Interface physique (Note 2)	Service (Note 3)
1000BASE-X (IEEE802.3)	–	Ethernet
Rec. UIT-T G.965	V5.2	RTC, RNIS (BRI), ISDN(PRI)
Rec. UIT-T G.703	PDH	DS3, ATM, E1, E3
Rec. UIT-T G.957	STM-1,4,16	E1, ATM
ANSI T1.107	PDH	T1, DS3
ANSI T1.105.06, ANSI T1.117	OC3, OC12	T1, DS3, ATM
<p>NOTE 1 – De nombreux autres services sont intégrés dans le réseau GPON, mais ils ne disposent pas d'interfaces SNI définies.</p> <p>NOTE 2 – Chaque rubrique dans la colonne intitulée "Interface physique" est illustrée par la rubrique correspondante dans la colonne intitulée "SNI".</p> <p>NOTE 3 – La colonne intitulée "Service" mentionne les services qui peuvent être pris en charge par l'interface physique.</p>		

Appendice II

Bibliographie

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes, énumérées dans le présent appendice, sont données à titre de bibliographie (références non normatives).

- [App.II-1] Recommandation UIT-T G.703 (2001), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques*.
- [App.II-2] Recommandation UIT-T G.957 (1999), *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone*.
- [App.II-3] Recommandation UIT-T G.965 (2001), *Interfaces V au commutateur numérique local – Interface V5.2 (basée sur la hiérarchie à 2048 kbit/s) pour la prise en charge du réseau d'accès*.
- [App.II-4] Recommandation UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB*.
- [App.II-5] Recommandation UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande*.
- [App.II-6] Recommandation UIT-T I.430 (1995), *Interface au débit de base usager-réseau – Spécification de la couche 1*.
- [App.II-7] Recommandation UIT-T I.431 (1993), *Interface à débit primaire usager-réseau – Spécification de la couche 1*.
- [App.II-8] Recommandation UIT-T I.432.5 (1997), *Interface utilisateur-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche Physique: exploitation à 25 600 kbit/s*.
- [App.II-9] Norme IEEE 802.1D-1998, *Partie 3: Media Access Control (MAC) Bridges*.
- [App.II-10] Norme IEEE 802.3-2000, *Partie 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*.
- [App.II-11] Norme ANSI T1.102 (1999), *Digital Hierarchy – Electrical Interfaces*.
- [App.II-12] Norme ANSI T1.107 (1995), *Digital Hierarchy – Formats Specifications*.
- [App.II-13] Norme ANSI T1.105.06 (1996), *Synchronous Optical Network (SONET) – Physical Layer Specification*.
- [App.II-14] Norme ANSI T1.117 (1997), *Digital Hierarchy Optical Interface Specifications (Short Reach)*.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication