



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.982

(11/96)

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

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

**Réseaux d'accès optiques pour la prise en
charge des services fonctionnant jusqu'au débit
primaire du RNIS ou à des débits équivalents**

Recommandation UIT-T G.982

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

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

| | |
|---|--------------------|
| CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX | G.100–G.199 |
| SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS | |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS | G.200–G.299 |
| CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES | G.300–G.399 |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES | G.400–G.449 |
| COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES | G.450–G.499 |
| CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION | |
| SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES | |
| EQUIPEMENTS TERMINAUX | G.700–G.799 |
| Généralités | G.700–G.709 |
| Codage des signaux analogiques en modulation par impulsions et codage | G.710–G.719 |
| Codage des signaux analogiques par des méthodes autres que la MIC | G.720–G.729 |
| Principales caractéristiques des équipements de multiplexage primaires | G.730–G.739 |
| Principales caractéristiques des équipements de multiplexage de deuxième ordre | G.740–G.749 |
| Caractéristiques principales des équipements de multiplexage d'ordre plus élevé | G.750–G.759 |
| Caractéristiques principales des équipements de transcodage et de multiplication numérique | G.760–G.769 |
| Fonctionnalités de gestion, d'exploitation et de maintenance des équipements de transmission | G.770–G.779 |
| Caractéristiques principales des équipements de multiplexage en hiérarchie numérique synchrone | G.780–G.789 |
| Autres équipements terminaux | G.790–G.799 |
| RÉSEAUX NUMÉRIQUES | G.800–G.899 |
| Généralités | G.800–G.809 |
| Objectifs de conception pour les réseaux numériques | G.810–G.819 |
| 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.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 numérique 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.999 |

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

RECOMMANDATION UIT-T G.982

RESEAUX D'ACCES OPTIQUES POUR LA PRISE EN CHARGE DES SERVICES FONCTIONNANT JUSQU'AU DEBIT PRIMAIRE DU RNIS OU A DES DEBITS EQUIVALENTS

Résumé

La présente Recommandation traite des caractéristiques d'un réseau d'accès optique (OAN) capable d'assurer, à l'aide de composants de dérivation optiques passifs, des services interactifs sur un réseau de distribution optique (ODN) fondé sur une configuration point à multipoint.

Elle examine, pour les besoins des usagers d'affaires et des particuliers, un OAN fondé sur une capacité support à 64 kbit/s jusques et y compris les services au débit primaire du RNIS.

Source

La Recommandation UIT-T G.982, élaborée par la Commission d'études 15 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 8 novembre 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études 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 n° 1 de la CMNT.

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

NOTE

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait/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 1997

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

TABLE DES MATIÈRES

| | | Page |
|------|--|-------------|
| 1 | Domaine d'application..... | 1 |
| 2 | Références normatives..... | 1 |
| 3 | Abréviations..... | 2 |
| 4 | Définitions | 3 |
| 5 | Configuration d'un OAN..... | 4 |
| 5.1 | Configuration de référence..... | 4 |
| 5.2 | Architecture fonctionnelle | 5 |
| 6 | Type de fibre..... | 6 |
| 7 | Méthodologie de transmission..... | 6 |
| 8 | Attribution de longueur d'onde | 7 |
| 8.1 | Gamme de longueurs d'onde pour la région de 1310 nm..... | 7 |
| 8.2 | Gamme de longueurs d'onde pour la région de 1550 nm..... | 7 |
| 9 | Spécification du système OAN..... | 7 |
| 9.1 | Capacité de l'OAN et classes d'ONU..... | 7 |
| 9.2 | Limitation de portée logique..... | 8 |
| 9.3 | Spécification fonctionnelle de l'ONU..... | 9 |
| | 9.3.1 Cellule centrale d'ONU..... | 9 |
| | 9.3.2 Cellule de service d'ONU | 10 |
| | 9.3.3 Cellule commune d'ONU..... | 10 |
| 9.4 | Spécification fonctionnelle de l'OLT..... | 10 |
| | 9.4.1 Cellule centrale d'OLT..... | 11 |
| | 9.4.2 Cellule de service d'OLT..... | 11 |
| | 9.4.3 Cellule commune d'OLT..... | 11 |
| 9.5 | Fonction d'exploitation, de gestion et de maintenance (OAM) | 11 |
| 10 | Interfaces UNI et SNI..... | 12 |
| 11 | Conditions fonctionnelles de l'ODN..... | 12 |
| 11.1 | Éléments optiques passifs | 12 |
| 11.2 | Modèle d'ODN..... | 12 |
| | 11.2.1 Calculs de l'affaiblissement du modèle d'ODN..... | 14 |
| | 11.2.2 Méthode de calcul de l'affaiblissement du modèle d'ODN..... | 16 |
| 11.3 | Classes d'affaiblissement de trajet optique | 16 |
| 11.4 | Réflectance dans les ODN | 17 |
| 11.5 | Dispersion chromatique | 17 |

| | Page |
|--|-------------|
| 12 Temps de transfert maximal du signal..... | 17 |
| 13 Conditions d'environnement..... | 18 |
| 14 Sécurité | 18 |
| 14.1 Sécurité et protection électrique..... | 18 |
| 14.2 Sécurité et protection optique | 18 |
| Appendice I – Amplificateurs optiques (OA) pour les OAN..... | 18 |
| Appendice II – Etude de l'attribution de longueur d'onde possible pour les services interactifs | 19 |
| Appendice III – Fonctionnalités OAM..... | 20 |
| III.1 Gestion de configuration..... | 20 |
| III.2 Gestion de la qualité de fonctionnement..... | 20 |
| III.3 Gestion des dérangements..... | 21 |
| III.4 Gestion de la sécurité..... | 22 |
| Appendice IV – Méthodes de calcul de l'affaiblissement optique | 22 |
| IV.1 Méthode statistique de type gaussien..... | 22 |
| IV.2 Méthode statistique de Monte Carlo..... | 23 |

Recommandation G.982

RESEAUX D'ACCES OPTIQUES POUR LA PRISE EN CHARGE DES SERVICES FONCTIONNANT JUSQU'AU DEBIT PRIMAIRE DU RNIS OU A DES DEBITS EQUIVALENTS

(Genève, 1996)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation a pour but de décrire des réseaux d'accès souples utilisant la technologie des fibres optiques. Elle s'applique aux services actuels mais devrait également constituer une base permettant de répondre aux besoins des services futurs.

La présente Recommandation indique les caractéristiques d'un réseau d'accès optique (OAN, *optical access network*) capable d'assurer des services interactifs fondés sur des capacités support à 64 kbit/s entre l'interface utilisateur-réseau et l'interface réseau-réseau. La présente Recommandation examine un OAN pour répondre aux besoins des usagers d'affaires et des particuliers en matière de services jusques et y compris les services au débit primaire du RNIS assurés sur un réseau optique passif réparti. Les services de distribution (par exemple, la télévision par câble) ne sont pas pris en considération dans la présente Recommandation.

L'OAN décrit dans la présente Recommandation devrait permettre aux exploitants d'effectuer avec souplesse une mise à niveau de leurs réseaux pour répondre aux futurs besoins des usagers, notamment dans le domaine du réseau de distribution optique (ODN, *optical distribution network*). L'ODN étudié est fondé sur une option d'arborescence et de dérivation point à multipoint.

La présente Recommandation est fondée sur le protocole d'accès multiple par répartition dans le temps (TDMA, *time division multiple access*) mais d'autres protocoles ne sont pas exclus. Elle décrit des systèmes qui utilisent une ou deux fibres. Des exemples sont cités mais aucune innovation n'en est pour autant exclue.

L'utilisation d'amplificateurs optiques n'est pas exclue dans le cadre 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 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.

- [1] Recommandation UIT-T G.652 (1993), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes.*
- [2] Recommandation UIT-T G.803 (1993), *Architecture des réseaux de transport à hiérarchie numérique synchrone.*
- [3] 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.*

- [4] Recommandation UIT-T G.955 (1996), *Systèmes de lignes numériques fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s et à 2048 kbit/s sur câbles optiques.*
- [5] Recommandation UIT-T G.957 (1995), *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone.*
- [6] Recommandation UIT-T G.964 (1994), *Interfaces V au commutateur local numérique – Interface V5.1 (fondée sur la hiérarchie à 2048 kbit/s) pour le support d'un réseau d'accès.*
- [7] Recommandation UIT-T G.671 (1996), *Caractéristiques de transmission des composants optiques passifs.*
- [8] Recommandation UIT-T M.3010 (1996), *Principes des réseaux de gestion des télécommunications.*
- [9] Recommandation UIT-T G.653 (1997), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes à dispersion décalée.*
- [10] Recommandation UIT-T G.662 (1995), *Caractéristiques génériques des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs à fibres optiques.*

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

| | |
|------|---|
| AF | fonction d'adaptation (<i>adaptation function</i>) |
| AU | unité d'adaptation (<i>adaptation unit</i>) |
| FTTB | fibre jusqu'au bâtiment (<i> fibre-to-the-building</i>) |
| FTTC | fibre jusqu'au point de concentration (<i> fibre-to-the-curb</i>) |
| FTTH | fibre jusqu'au domicile (<i> fibre-to-the-home</i>) |
| FTTO | fibre jusqu'au bureau (<i> fibre-to-the-office</i>) |
| MCS | simulation de Monte Carlo (<i>Monte Carlo simulation</i>) |
| OA | amplificateur optique (<i>optical amplifier</i>) |
| OAM | exploitation, gestion 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 | terminal de ligne optique (<i>optical line terminal</i>) |
| ONU | unité de réseau optique (<i>optical network unit</i>) |
| OS | système d'exploitation (<i>operation system</i>) |
| OTDR | réflectomètre temporel optique (<i>optical time domain reflectometer</i>) |
| RNIS | réseau numérique à intégration de services |
| SCM | multiplexage de sous-porteuses (<i>sub-carrier multiplexing</i>) |
| SCMA | accès multiple de sous-porteuses (<i>sub-carrier multiple access</i>) |
| SDH | hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>) |
| SDM | multiplexage spatial (<i>space division multiplexing</i>) |
| SNI | interface de nœud de service (<i>service node interface</i>) |

| | |
|------|---|
| SPF | fonction d'accès de service (<i>service port function</i>) |
| TCM | multiplexage par compression dans le temps (<i>time compression multiplexing</i>) |
| TDMA | accès multiple par répartition dans le temps (<i>time division multiple access</i>) |
| TU | unité d'affluent (<i>tributary unit</i>) |
| UNI | interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>) |
| UPF | fonction d'accès utilisateur (<i>user port function</i>) |
| WDM | multiplexage par répartition en longueur d'onde (<i>wavelength division multiplexing</i>) |

4 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

4.1 liaison d'accès optique passive: ensemble de moyens de transmission entre une interface de réseau donnée (V) et une seule interface d'utilisateur (T). Le concept de liaison d'accès optique passive est utilisé pour permettre une description fonctionnelle et procédurale des spécifications de réseau. Le côté usager et le côté réseau de la liaison d'accès ne sont pas identiques et la liaison d'accès n'est donc pas symétrique.

4.2 unité d'adaptation (AU): une AU assure les fonctions d'adaptation entre l'unité de réseau optique (ONU) et le côté usager.

4.3 fonctionnement diplex: communication bidirectionnelle utilisant une longueur d'onde différente pour chaque sens de transmission sur une même fibre.

4.4 fonctionnement duplex: communication bidirectionnelle utilisant la même longueur d'onde pour les deux sens de transmission sur une même fibre.

4.5 distance différentielle de fibre : différence de distance entre l'ONU la plus rapprochée et l'ONU la plus éloignée de l'OLT.

4.6 portée logique: la portée logique est définie comme étant la longueur maximale que l'on peut atteindre pour un système de transmission donné, indépendamment du bilan optique.

4.7 temps moyen de transfert de signal: valeurs amont et aval moyennes entre les points de référence "V" et "T"; on détermine une valeur donnée en mesurant le temps de propagation aller et retour, puis en le divisant par 2.

4.8 réseau d'accès optique (OAN): ensemble des liaisons d'accès partageant les mêmes interfaces côté réseau et prises en charge par les systèmes de transmission d'accès optiques. L'OAN peut inclure un certain nombre d'ODN reliés au même OLT.

4.9 réseau de distribution optique (ODN): un ODN procure les moyens de transmission optique de l'OLT vers les usagers et vice versa. Il utilise des composants optiques passifs.

4.10 terminal de ligne optique (OLT): un OLT assure l'interface côté réseau de l'OAN et est relié à un ou plusieurs ODN.

4.11 unité de réseau optique (ONU): une ONU assure (directement ou à distance) l'interface côté usager de l'OAN et est reliée à l'ODN.

4.12 fonction d'accès de service: la fonction d'accès de service (SPF) adapte les conditions définies pour une SNI spécifique au traitement des supports communs et choisit les informations appropriées devant être traitées par la fonction de gestion du système AN.

- 4.13 multiplexage spatial:** multiplexage bidirectionnel utilisant différentes fibres pour les signaux amont et aval.
- 4.14 multiplexage de sous-porteuses:** multiplexage de plusieurs fréquences électriques sur une seule fibre à une seule longueur d'onde de manière à obtenir une fréquence propre à chaque trajet multipoint à point.
- 4.15 accès multiples de sous-porteuses:** technique de transmission consistant à multiplexer de nombreuses fréquences sur la même charge utile de porteuse.
- 4.16 fonctionnement simplex:** communication qui utilise une fibre différente pour chaque sens de transmission.
- 4.17 multiplexage par compression dans le temps:** multiplexage bidirectionnel utilisant différents intervalles de temps pour les signaux amont et aval.
- 4.18 multiplexage temporel:** multiplexage d'informations sur des tranches de temps fixes.
- 4.19 accès multiple par répartition dans le temps:** technique de transmission consistant à multiplexer de nombreux intervalles de temps sur la même charge utile de temps.
- 4.20 multiplexage par répartition en longueur d'onde:** multiplexage bidirectionnel utilisant différentes longueurs d'onde optiques pour les signaux amont et aval.
- 4.21 unité d'affluent:** contient une ou plusieurs fonctions d'accès de service.
- 4.22 fonction d'accès d'utilisateur:** la fonction d'accès d'utilisateur (UPF) adapte les conditions spécifiques de l'interface utilisateur-réseau aux fonctions centrales et de gestion. Le réseau d'accès peut prendre en charge un certain nombre d'accès et d'interfaces usager-réseau qui nécessitent des fonctions spécifiques, conformément à la spécification d'interface pertinente et aux prescriptions de capacité support d'accès requises, c'est-à-dire des supports pour le transfert d'information et les protocoles.

5 Configuration d'un OAN

5.1 Configuration de référence

La Figure 1 montre les fonctionnalités d'un OAN qui sont indépendantes du service et de l'application, et incluent une interface de référence Q3. Les applications possibles d'un OAN sont notamment les suivantes: fibre jusqu'au trottoir (FTTC, *fibre-to-the-curb*), fibre jusqu'au bureau (FTTO, *fibre-to-the-office*), fibre jusqu'au bâtiment (FTTB, *fibre-to-the-building*) et fibre jusqu'au domicile (FTTH, *fibre-to-the-home*).

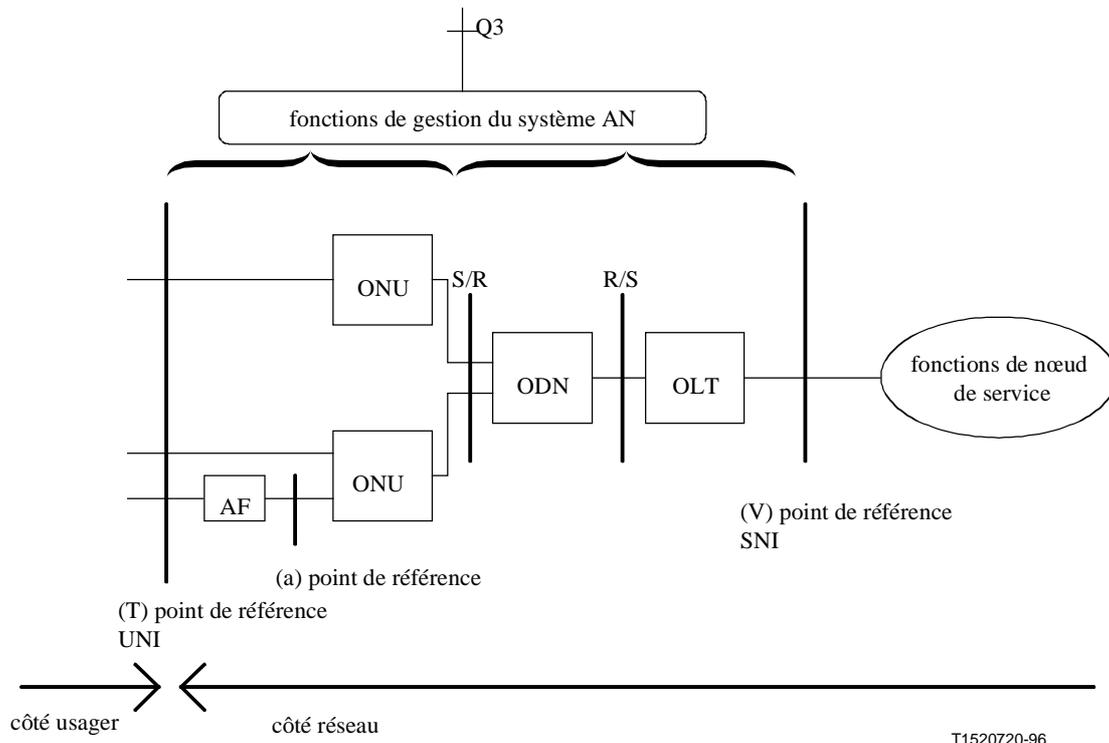


Figure 1/G.982 – Exemple de configuration de référence pour un OAN

5.2 Architecture fonctionnelle

Un exemple d'architecture fonctionnelle de l'OAN conformément aux principes de la Recommandation G.803 est présenté sur la Figure 2. Cet exemple, extrait de la Recommandation G.902, s'applique aux conditions fonctionnelles de l'interface de nœud de service en mode circuit à 64 kbit/s (interface V5.1) définie dans la Recommandation G.964 pour le cas de la hiérarchie à 2 Mbit/s et d'un réseau optique passif.

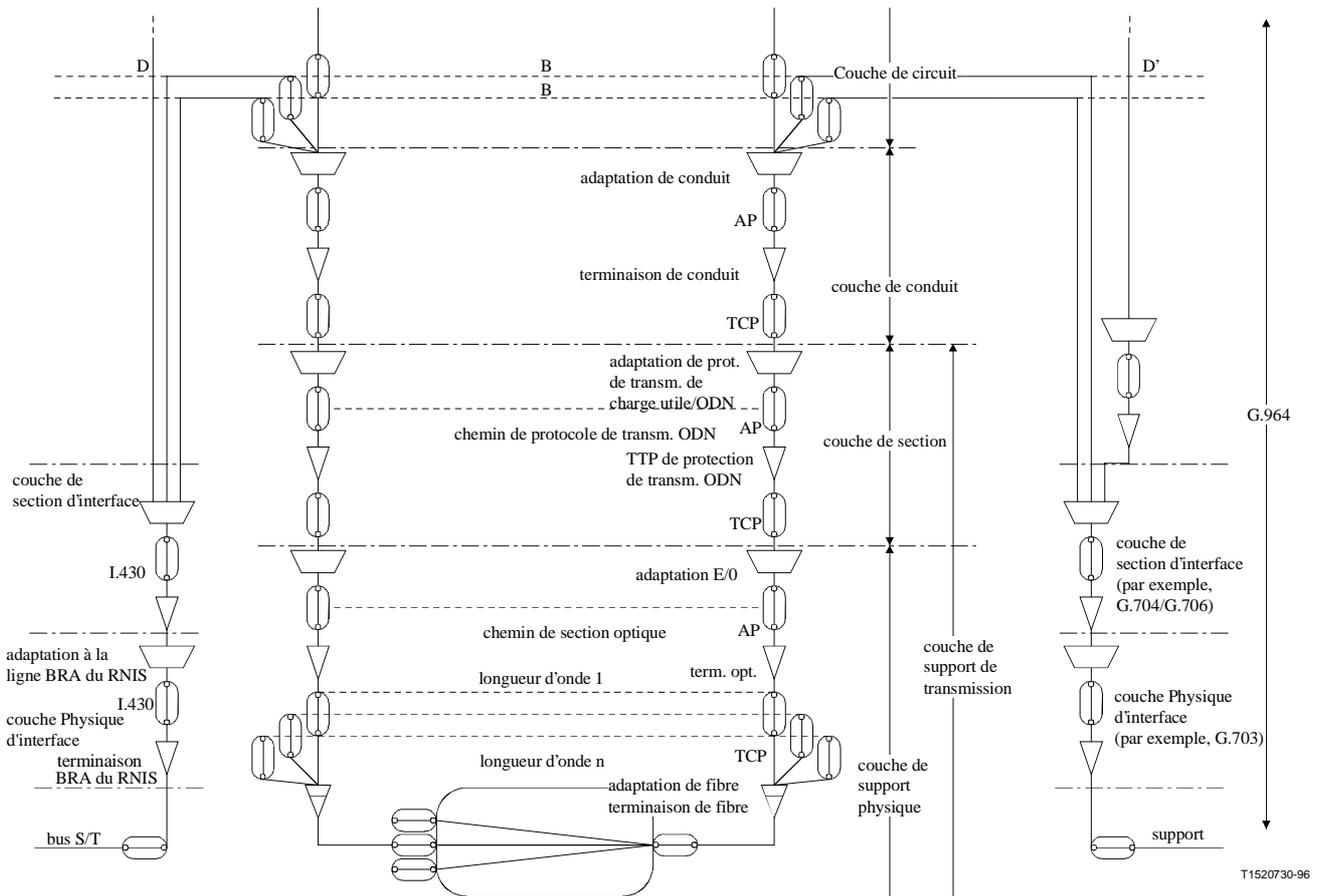


Figure 2/G.982 – Exemple de configuration d'architecture pour le réseau d'accès optique (fondé sur la Recommandation G.902)

6 Type de fibre

Une fibre monomode doit être utilisée conformément à la Recommandation G.652.

7 Méthodologie de transmission

La méthode de transmission doit permettre à la connexion OLT/ONU d'être un ODN point à multipoint et un ODN point à point. Les systèmes point à point spécifiques optimisés sortent du cadre de la présente Recommandation.

La méthode d'accès multiple peut être fondée sur une méthode de transmission TDMA. D'autres méthodes de transmission telles que l'accès multiple de sous-porteuses (SCMA, *sub-carrier multiple access*) ne sont pas exclues. Le système de transmission bidirectionnel peut être fondé sur l'une des méthodes suivantes:

- multiplexage par répartition dans l'espace (SDM, *space division multiplexing*) (2 fibres, simplex)
la gamme de longueurs d'onde de fonctionnement doit se situer dans la région de 1310 nm.
- multiplexage par compression dans le temps (TCM, *time compression multiplexing*) (1 fibre, semi-duplex)
la gamme de longueurs d'onde de fonctionnement doit se situer dans la région de 1310 nm.

- multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM, *wavelength division multiplexing*) (1 fibre, diplex)
la gamme de longueurs d'onde de fonctionnement pour le sens amont (ONU vers OLT) doit se situer dans la région de 1310 nm.
La gamme de longueurs d'onde de fonctionnement pour le sens aval (OLT vers ONU) doit se situer dans la région de 1310 nm ou dans la région de 1550 nm.
- multiplexage de sous-porteuses (SCM, *sub-carrier multiplexing*) (1 fibre)
la gamme de longueurs d'onde de fonctionnement doit se situer dans les régions de 1310 ou 1550 nm.

NOTE – L'utilisation de la région de 1550 nm pour les futurs services nécessite un complément d'étude.

8 Attribution de longueur d'onde

Les longueurs d'onde de fonctionnement utilisées dans l'ODN se situeront dans la (2ème) fenêtre des 1310 nm et la (3ème) fenêtre des 1550 nm. Une étude de certaines possibilités d'attribution de longueur d'onde dans le cas de services interactifs est présentée dans l'Appendice II.

NOTE – La transmission de signaux d'essai et de contrôle à d'autres longueurs d'onde peut être utilisée mais cette question est considérée comme sortant du cadre de la présente Recommandation.

8.1 Gamme de longueurs d'onde pour la région de 1310 nm

La bande spectrale de fonctionnement pour la région des 1310 nm sera comprise entre 1260 et 1360 nm.

NOTE – Si des OA sont utilisés, une bande plus étroite peut être envisagée.

8.2 Gamme de longueurs d'onde pour la région de 1550 nm

La bande spectrale de fonctionnement pour la région des 1550 nm sera comprise entre 1480 et 1580 nm.

NOTE – Si des OA sont utilisés, une bande plus étroite peut être envisagée.

9 Spécification du système OAN

9.1 Capacité de l'OAN et classes d'ONU

Les capacités et les classes d'OAN et d'ONU recommandées sont décrites dans le Tableau 1.

Tableau 1/G.982 – Capacité d'OAN et classes d'ONU

| Paramètre | Type 1 (par exemple SDM et WDM) | Type 2 (par exemple TCM) |
|--|--|--|
| capacité d'OAN | au moins quatre interfaces d'ODN avec une capacité totale d'au moins 800B. Chaque interface d'ODN a une capacité d'au moins 200B. | au moins quatre interfaces d'ODN avec une capacité totale d'au moins 800B. Chaque interface d'ODN a une capacité d'au moins 100B. |
| classes d'ONU (Note) | classe 1: au moins 2B classe 2: au moins 32B classe 3: au moins 64B | classe 1: au moins 2B classe 2: au moins 32B classe 3: au moins 64B |
| NOTE – Trois types d'ONU peuvent être utilisés selon la topologie du réseau. Par exemple, les ONU de classe 1, 2 et 3 peuvent être utilisées dans les configurations FTTH, FTTC et FTTO/FTTB. Les classes d'ONU sont définies par le débit maximal nécessaire côté usager de l'ONU; ce débit est défini en termes de canaux B utilisables (B étant un canal support à 64 kbit/s). Les canaux de commande et de signalisation ne sont généralement pas inclus sauf lorsqu'ils sont groupés avec les canaux support (par exemple PRA de RNIS). | | |

9.2 Limitation de portée logique

Les portées logiques dépassant 20 km sortent du cadre de la présente Recommandation.

Les valeurs de portée logique recommandées sont classées par types de système et taux de division; elles sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2/G.982 – Limitations de portée logique recommandées

| Distance | Système OAN de type 1 | Système OAN de type 2 |
|----------|--|--|
| 20 km | prise en charge d'un taux de division d'au moins 16voies | prise en charge d'un taux de division d'au moins 8voies |
| 10 km | prise en charge d'un taux de division d'au moins 32voies | prise en charge d'un taux de division d'au moins 16voies |

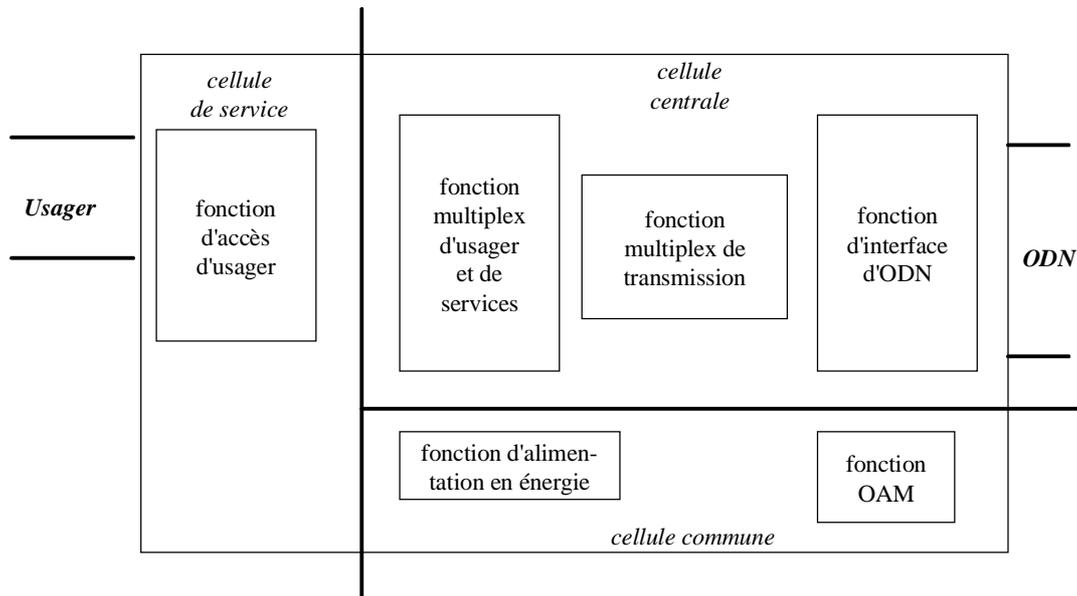
Les distances citées dans le Tableau 2 correspondent à des kilomètres de fibre.

Il peut être nécessaire de connaître la distance de fibre différentielle pour la conception des systèmes, ce qui n'exclut nullement les innovations futures mais peut assurer une certaine souplesse dans les systèmes initiaux. Le système OAN doit pouvoir fonctionner sur un ODN tel que la distance de fibre différentielle soit comprise entre 0 km et au moins 5 km.

NOTE – Si le système OAN n'assure pas de service aux ONU lorsque la distance de fibre différentielle est de 4,5 km, il n'est pas conforme à la présente Recommandation. Mais si le système OAN assure un service aux ONU lorsque la distance de fibre différentielle est de 5,1 km, 10 km ou 20 km (c'est-à-dire supérieure ou égale à 5 km), il est conforme à la présente Recommandation.

9.3 Spécification fonctionnelle de l'ONU

L'ONU assure une interface optique vers l'ODN et implémente les interfaces du côté usager de l'OAN. Les ONU doivent être situées dans les locaux de l'utilisateur (FTTH, FTTO, FTTB) ou à l'extérieur (FTTC). L'ONU fournit les moyens nécessaires pour assurer les différents services qui doivent être traités par le système. Le schéma fonctionnel de l'ONU est présenté sur la Figure 3.



T1520740-96

Figure 3/G.982 – Blocs fonctionnels de l'ONU

Une ONU peut être divisée en trois parties, à savoir la cellule centrale, la cellule de service et la cellule commune. Les fonctionnalités de ces cellules sont décrites ci-après.

9.3.1 Cellule centrale d'ONU

La cellule centrale d'ONU inclut:

- i) la fonction multiplex d'utilisateur et de services;
- ii) la fonction multiplex de transmission;
- iii) la fonction d'interface d'ODN.

La fonction multiplex de transmission assure les fonctions nécessaires pour l'évaluation et l'attribution des signaux entrants et sortants de/vers la fonction d'interface d'ODN qui extrait et introduit les informations relatives à cette ONU. La fonction multiplex d'utilisateur et de services assemble/désassemble les informations de/vers les différents abonnés et relie les diverses fonctions d'interface de service. La fonction d'interface d'ODN assure un ensemble de fonctions d'interface physique/optique à la terminaison de l'ensemble pertinent de fibres optiques de l'ODN; elle inclut la conversion optique/électrique et électrique/optique.

NOTE – Plusieurs interfaces physiques peuvent exister si plusieurs fibres sont utilisées par ONU, par exemple pour le fonctionnement simplex.

9.3.2 Cellule de service d'ONU

La cellule de service d'ONU assure les fonctions d'accès d'utilisateur.

Les fonctions d'accès d'utilisateur assurent les interfaces de service d'utilisateur et leur adaptation à 64 ou $n \times 64$ kbit/s. Elles peuvent être assurées pour un seul utilisateur ou pour un groupe d'utilisateurs. Elles incluent également les fonctions de conversion de signalisation selon l'interface physique (par exemple, sonnerie, signalisation, conversion A/D et D/A).

9.3.3 Cellule commune d'ONU

La cellule commune d'ONU inclut les fonctions d'alimentation en énergie et OAM.

La fonction d'alimentation en énergie assure l'alimentation de l'ONU (par exemple, conversion AC/DC ou DC/DC). L'énergie doit être fournie localement (par le secteur) ou à distance. Elle peut être partagée par plusieurs ONU. Les ONU doivent pouvoir fonctionner sur batterie de secours.

La fonction OAM permet d'assurer les fonctions d'exploitation, de gestion et de maintenance pour tous les blocs de l'ONU (par exemple, commande des boucles dans les différents blocs).

9.4 Spécification fonctionnelle de l'OLT

Le terminal de ligne optique (OLT, *optical line terminal*) assure une interface optique vers le réseau de distribution optique (ODN) et assure au moins une interface de réseau du côté réseau de l'ONAN. L'OLT peut être situé dans un commutateur local ou à un emplacement distant. Il comporte les moyens nécessaires pour assurer différents services aux ONU concernées. Le schéma fonctionnel de l'OLT est présenté sur la Figure 4.

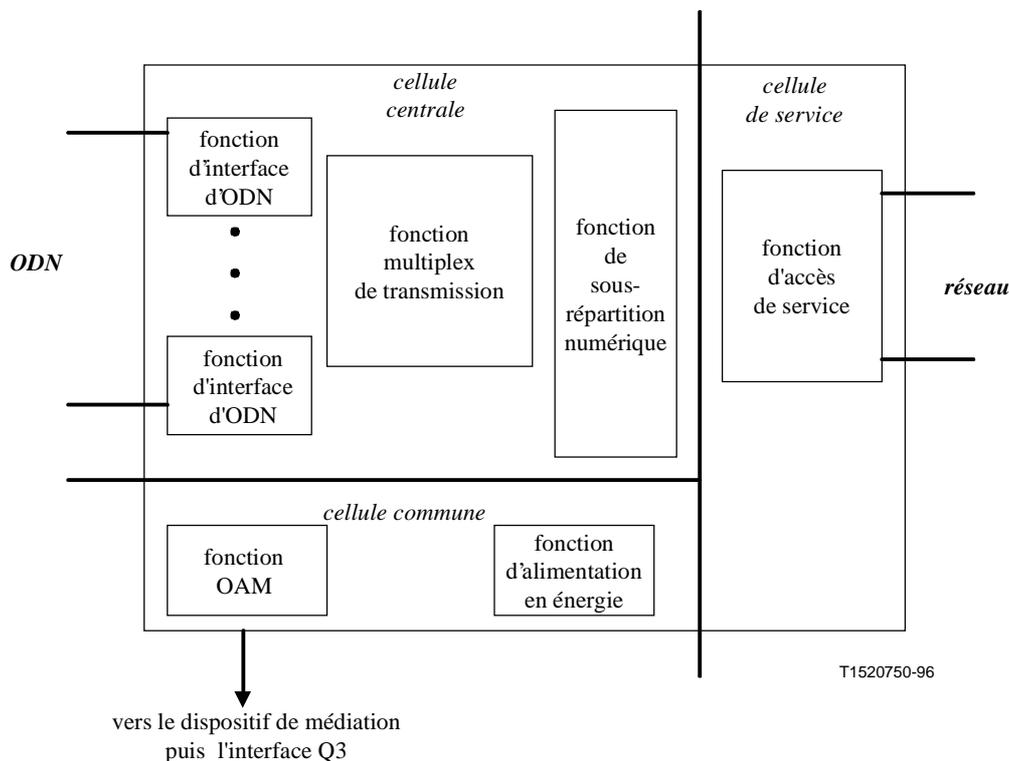


Figure 4/G.982 – Blocs fonctionnels de l'OLT

Un OLT peut être divisé en trois parties, à savoir la cellule centrale, la cellule de service et la cellule commune. Les fonctions de ces cellules sont décrites dans les sous-paragraphe suivants:

9.4.1 Cellule centrale d'OLT

La cellule centrale d'OLT peut inclure:

- i) des fonctions de sous-répartition numérique;
- ii) une fonction multiplex de transmission;
- iii) une fonction d'interface d'ODN.

La fonction multiplex de transmission assure les fonctions nécessaires pour émettre et recevoir des canaux de service sur l'ODN. La fonction de sous-répartition numérique assure la connectivité entre la largeur de bande disponible du côté de l'ODN et les parties réseau du côté du réseau. La fonction d'interface d'ODN assure un ensemble de fonctions d'interface optique/physique à la terminaison de l'ensemble ou des ensembles correspondants de fibres optiques du ou des réseaux ODN; elle inclut la conversion optique/électrique et électrique/optique. Pour permettre l'implémentation de la commutation de protection entre des voies géographiquement redondantes jusqu'à un point de flexibilité de l'ODN où la division de la fibre optique intervient, le système OAN doit permettre d'équiper fonctionnellement l'OLT d'une interface d'ODN redondante, et ce en plus du nombre maximal d'ODN pour lequel l'OLT est conçu en régime normal. Les caractéristiques détaillées des mécanismes de protection possibles ne sont pas étudiées dans la présente Recommandation.

NOTE – Plusieurs interfaces physiques peuvent exister si plusieurs fibres sont utilisées par ODN, par exemple pour le fonctionnement simplex.

9.4.2 Cellule de service d'OLT

La cellule de service d'OLT inclut des fonctions d'accès de service. Les accès de service doivent accepter au moins le débit primaire du RNIS et doivent être configurables de manière à s'adapter à l'un des services possibles ou pouvoir prendre en charge simultanément deux services ou plus. Toute unité TU qui assure deux accès à 2 Mbit/s ou plus doit être configurable indépendamment accès par accès. Pour ce type de TU à accès multiples, il doit être possible de configurer chaque accès pour l'adapter à un service différent. Chaque position de TU dans l'équipement d'OLT doit pouvoir accepter un type quelconque de TU. L'OLT doit pouvoir prendre en charge un nombre quelconque de TU jusqu'au nombre maximal prévu dans une combinaison quelconque de types de service.

9.4.3 Cellule commune d'OLT

La cellule commune d'OLT peut inclure les fonctions d'alimentation en énergie et OAM.

La fonction d'alimentation en énergie convertit la source d'énergie externe au niveau requis. La fonction OAM fournit le moyen d'assurer les fonctions d'exploitation, de gestion et de maintenance pour tous les blocs de l'OLT. Elle assure également une fonction d'interface. En ce qui concerne la commande locale, une interface peut être fournie pour assurer les fonctions de test et d'interface Q3 pour les réseaux d'accès vers l'OS par l'intermédiaire d'une fonction de médiation.

9.5 Fonction d'exploitation, de gestion et de maintenance (OAM)

On a utilisé un cadre comportant deux axes selon lesquels les fonctions OAM peuvent être classées. Le premier axe constitue le sous-système fonctionnel de l'OAN auquel se rapporte la fonction OAM. Le second axe est celui de la catégorie fonctionnelle OAM.

Les sous-systèmes fonctionnels suivants répondent aux besoins de l'OAM:

- 1) équipement (enceinte et alimentation);
- 2) transmission;

- 3) sous-système optique;
- 4) sous-système de service.

Les besoins OAM par catégorie fonctionnelle peuvent être définis par les cinq catégories suivantes conformément à la Recommandation M.3010:

- a) gestion de la configuration;
- b) gestion de la qualité de fonctionnement;
- c) gestion des dérangements;
- d) gestion de la sécurité;
- e) gestion comptable: sort du cadre de la présente Recommandation.

Pour les réseaux d'accès optiques passifs, ces catégories sont décrites plus en détail dans l'Appendice III.

10 Interfaces UNI et SNI

Les informations nécessaires dans ce domaine sont résumées dans la Recommandation G.902.

11 Conditions fonctionnelles de l'ODN

En général, le réseau de distribution optique (ODN) constitue le support de transmission optique pour la connexion physique des ONU aux OLT.

Les divers ODN peuvent être combinés et étendus par l'utilisation d'amplificateurs optiques. L'Appendice I décrit une utilisation possible d'amplificateurs optiques dans les ODN.

11.1 Éléments optiques passifs

L'ODN comprend les éléments optiques passifs suivants:

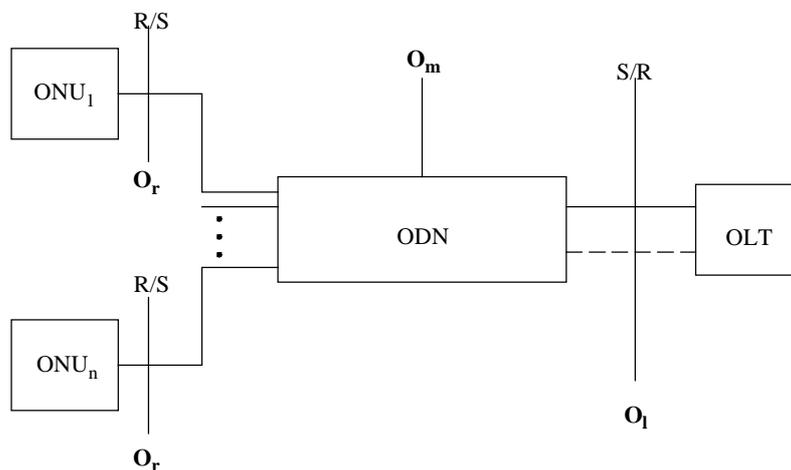
- fibres et câbles optiques monomodes;
- rubans et câbles à rubans à fibres optiques;
- connecteurs optiques;
- composants de dérivation passifs;
- atténuateurs optiques passifs;
- épissures.

Les informations spécifiques nécessaires pour décrire les composants optiques passifs sont données dans la Recommandation G.671.

Les informations spécifiques nécessaires pour décrire les fibres et les câbles optiques sont données dans la Recommandation G.652.

11.2 Modèle d'ODN

La Figure 5 montre la configuration physique générique d'un ODN.



T1520760-96

R/S point de référence
 O_r, O_l and O_m interfaces optiques

Les traits pleins en gras représentent une ou plusieurs fibres.
 Les traits en pointillé représentent les fibres de protection.

Figure 5/G.982 – Configuration physique générique du réseau de distribution optique

NOTE – Sur la Figure 5, chaque ligne reliant deux blocs optiques quelconques peut représenter une ou plusieurs fibres.

L'ODN est défini entre les points de référence S et R. Par analogie avec les définitions données dans les Recommandations G.955 et G.957, S et R sont définis ici comme suit:

- S: point de la fibre optique situé juste après le point de connexion optique de l'OLT[a]/ONU[b] (c'est-à-dire connecteur optique ou épissure optique).
- R: point de la fibre optique situé juste avant le point de connexion optique de l'ONU[a]/OLT[b] (c'est-à-dire connecteur optique ou épissure optique).

NOTE – Ces points de connexion optiques ne font pas partie de l'ODN.

La définition [a] s'applique dans le cas de signaux optiques transmis du/des OLT aux ONU; la définition [b] s'applique dans le cas de signaux optiques transmis des ONU à la terminaison ou aux terminaisons OLT.

Selon la réalisation physique de l'ODN, les points S et R à chaque extrémité de l'ODN peuvent être situés sur la même fibre (c'est-à-dire qu'ils peuvent coïncider) ou sur des fibres séparées.

L'ODN offre un ou plusieurs trajets optiques entre un OLT et une ou plusieurs ONU. Chaque trajet optique est défini entre les points de référence S et R dans une fenêtre de longueur d'onde spécifique.

Au niveau de la couche Physique, les interfaces O_r et O_l peuvent nécessiter plusieurs fibres, par exemple pour la séparation des sens de transmission ou pour différents types de signaux (services). L'interface O_m peut être physiquement située en plusieurs points de l'ODN et peut être implémentée aussi bien avec des fibres spécialisées qu'avec des fibres de réseau acheminant des communications.

La spécification des interfaces optiques définies ci-dessus nécessite un complément d'étude.

Les propriétés physiques de l'ODN doivent permettre d'assurer tout service actuellement prévisible sans modification importante de l'ODN proprement dit. Cette exigence a un effet sur les propriétés des composants optiques passifs qui constituent l'ODN. Un ensemble de conditions essentielles qui ont une incidence directe sur les propriétés optiques de l'ODN est identifié comme suit:

- *transparence de longueur d'onde optique*: des dispositifs, tels que des dispositifs de dérivation optiques, qui ne sont pas conçus pour exécuter une fonction quelconque dépendant de la longueur d'onde doivent pouvoir assurer la transmission de signaux à une longueur d'onde quelconque dans les régions de 1310 nm et 1550 nm.
- *réciprocité*: l'inversion des accès d'entrée et de sortie ne doit pas causer de modification importante de l'affaiblissement optique à travers les dispositifs.
- *compatibilité de fibre*: tous les composants optiques doivent être compatibles avec la fibre monomode spécifiée dans la Recommandation G.652.

Les deux sens de transmission optique dans l'ODN sont identifiés comme suit:

- *vers l'aval*: pour les signaux transmis de l'OLT à l'unité ou aux unités ONU;
- *vers l'amont*: pour les signaux transmis de l'unité ou des unités ONU à l'OLT.

La transmission dans les sens amont et aval peut s'effectuer sur la même fibre et les mêmes composants (fonctionnement duplex/diplex) ou sur des fibres et des composants distincts (fonctionnement simplex).

Si des connecteurs ou autres dispositifs passifs additionnels sont nécessaires pour la reconfiguration de l'ODN, ils doivent être placés entre S et R et il doit être tenu compte de leurs affaiblissements dans tout calcul de l'affaiblissement optique.

11.2.1 Calculs de l'affaiblissement du modèle d'ODN

La tolérance d'affaiblissement pour le bilan de puissance optique est défini comme étant l'affaiblissement, en dB, entre les points de référence S/R et R/S de l'ODN. Elle inclut l'affaiblissement dû à la longueur de la fibre et aux composants optiques passifs (par exemple, dispositifs de dérivation optiques, épissures et connecteurs). La tolérance d'affaiblissement a la même valeur dans le sens amont et aval.

Les paramètres suivants sont importants pour la qualité de fonctionnement générale du système:

- différence maximale d'affaiblissement entre les trajets optiques de l'ODN;
- affaiblissement de trajet maximal admissible, défini comme étant la différence entre la puissance de sortie minimale de l'émetteur et la sensibilité maximale du récepteur en fin de vie (y compris les variations dues à la température, au vieillissement, etc.);
- affaiblissement minimal admissible, défini comme étant la différence entre la puissance de sortie maximale de l'émetteur et la surcharge minimale du récepteur en fin de vie.

Il convient de définir ces affaiblissements maximaux et minimaux dans les gammes d'environnement et de longueurs d'onde requises et de ne pas seulement les mesurer à une longueur d'onde donnée, à un instant donné et à une température donnée.

Ces définitions sont analogues à celles de la Recommandation G.957 où les gammes d'affaiblissement pour les interfaces optiques SDH sont spécifiées.

La Figure 6 donne une représentation schématique du trajet optique aval entre l'OLT et une ONU spécifique.

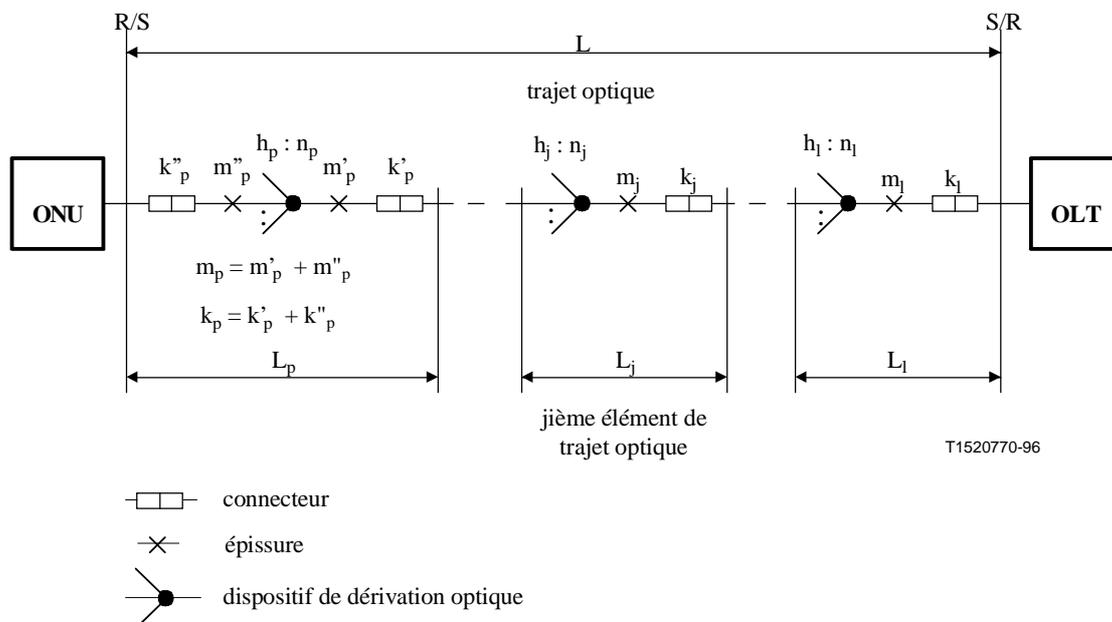


Figure 6/G.982 – Représentation schématique du trajet optique entre l'OLT et l'ONU

L'ODN est constitué de P niveaux de division, même si on adopte généralement 1 ou 2 niveaux de division. Dans l'ODN, on peut identifier plusieurs trajets optiques. Chaque trajet optique relie une ONU spécifique à l'OLT. Le trajet optique entre l'OLT et l'ONU, ou plus généralement, entre les points de référence S/R et R/S est formé d'une cascade de P éléments de trajet optique. Le P ième niveau de division est représenté comme une cascade de P éléments de trajet optique. Le j ième élément de trajet optique commence à l'accès de sortie du $(j-1)$ ième dispositif de dérivation optique et se termine à l'accès de sortie du j ième dispositif de dérivation optique, sauf exceptions suivantes:

- $j = 1$, l'élément de trajet optique commence au point de référence S/R et se termine à l'accès de sortie du premier dispositif de dérivation optique (ou, pour $P = j = 1$) au point de référence R/S.
- $j = P$, l'élément de trajet optique commence à l'accès de sortie du $(P-1)$ dispositif de dérivation optique (ou pour $P = j = 1$) le point de référence S/R) et se termine au point de référence R/S pour tenir compte des épissures et des connecteurs éventuellement présents à la sortie après le dernier dispositif de dérivation optique.

Le j ième élément de trajet optique est constitué d'une fibre optique de longueur L_j et des composants optiques passifs suivants (la séquence des composants dans chaque élément de trajet est arbitraire):

- le j ième dispositif de dérivation optique avec un taux de division $h_j:n_j$ ($h_j \geq 1, n_j \geq 1$);
- k_j connecteurs, avec $k_j \geq 0$;
- m_j épissures, avec:

$$m_j = \bar{m}_{dj} L_j + \bar{m}_{rj} L_j + m_{aj}$$

avec:

- \bar{m}_{dj} nombre moyen d'épissures prévues par unité de longueur de fibre dans la première phase d'installation
- \bar{m}_{rj} nombre moyen d'épissures de réparation par unité de longueur de fibre prévues dans la phase d'exploitation

m_{aj} nombre d'épissures supplémentaires prévues non pris en considération dans $\bar{m}_{aj} L_j$, dans la première phase d'installation; m_{aj} tient compte des épissures dues à l'installation du dispositif de dérivation optique et des épissures supplémentaires aux points de terminaison de l'ODN (par exemple, à un répartiteur optique à l'intérieur du commutateur central, au point de terminaison du côté ONU).

En conclusion, l'ensemble du trajet optique est constitué d'une fibre optique de longueur $L = \sum_{j=1}^p L_j$ et

des composants optiques passifs suivants:

- $P =$ nombre de dispositifs optiques de dérivation, avec taux de division $h_j:n_j$ ($h_j \geq 1, n_j \geq 1, j = 1, \dots, P$);
- $k = \sum_{j=1}^p k_j$ connecteurs;
- $m = \sum_{j=1}^p m_j$ épissures.

Le taux de division global du trajet optique est: $n = \prod_{j=1}^p n_j$.

NOTE – Dans le cas d'une configuration d'ODN point à point, il n'y a aucun dispositif de dérivation optique sur le trajet optique. En conséquence, un seul élément de trajet optique est pris en considération et les évaluations précédentes ne sont valables qu'à l'exclusion de toute référence au dispositif de dérivation optique.

11.2.2 Méthode de calcul de l'affaiblissement du modèle d'ODN

On peut calculer les gammes d'affaiblissement optique appropriées pour différents trajets optiques en utilisant diverses méthodes de calcul.

On calcule l'affaiblissement optique d'un trajet optique d'ODN en ajoutant les affaiblissements de tous les composants optiques sur le trajet optique. On peut utiliser une méthode statistique dans la totalisation pour éviter une surspécification de l'ODN. On peut obtenir la distribution statistique de l'affaiblissement global du trajet optique en combinant les distributions statistiques des affaiblissements des divers composants du trajet optique et en utilisant, à cet effet, diverses méthodes statistiques dont certaines sont plus précises que d'autres. Ces méthodes sont décrites dans l'Appendice IV.

11.3 Classes d'affaiblissement de trajet optique

Les classes recommandées pour l'affaiblissement de trajet optique sont indiquées dans le Tableau 3.

Tableau 3/G.982 – Classes d'affaiblissement de trajet optique

| | Classe A | Classe B | Classe C |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| affaiblissement minimal | 5 dB | 10 dB | 15 dB |
| affaiblissement maximal | 20 dB | 25 dB | 30 dB |

NOTE – Les spécifications d'une classe particulière peuvent être plus strictes pour un type de système que pour un autre; par exemple, la gamme d'affaiblissement de classe C est naturellement plus stricte pour les systèmes TCM en raison de l'utilisation d'un diviseur/combineur 1:2 de chaque côté de l'ODN, chacun de ces appareils ayant un affaiblissement d'environ 3 dB.

D'autres classes doivent faire l'objet d'un complément d'étude. Pour les architectures en étoile simple, l'absence de dispositifs de dérivation optiques peut entraîner des affaiblissements de trajet optique de moins de 5 dB.

11.4 Réflectance dans les ODN

La réflectance d'un ODN dépend des caractéristiques d'affaiblissement d'adaptation des divers composants sur le trajet optique et de tout point de réflexion existant dans l'ODN.

Pour tenir compte des différents besoins de toutes les applications actuelles et futures dans l'OAN, tous les points de réflectance discrets entre les points de référence S et R, y compris les dérivations inutilisées des dispositifs de dérivation doivent avoir une réflectance meilleure que -35 dB. Une réflectance maximale discrète de -50 dB est recommandée pour les épissures par fusion. Ce niveau de réflectance ne doit pas être dépassé dans les modes normaux et de maintenance. Dans le cas du mode de maintenance, il doit être permis d'utiliser une fonction de contrôle supplémentaire de la réflexion.

NOTE – Pour les émissions avec un niveau de puissance constant, la réflexion due à la rétrodiffusion d'une fibre monomode est inférieure à -33 dB après une longueur de quelques kilomètres. Pour les systèmes qui utilisent des débits supérieurs à quelques Mbit/s, l'information rétrodiffusée dans la fibre peut être considérée comme une information avec niveau de puissance constant, en raison de l'effet d'annulation de phase.

11.5 Dispersion chromatique

Les coefficients de dispersion chromatique sont spécifiés dans la Recommandation G.652 pour les régions de longueur d'onde de 1310 nm et 1550 nm de la fibre monomode normalisée. Pour les limitations de dispersion des systèmes à fibres monomodes, il convient d'utiliser les valeurs maximales des coefficients de dispersion chromatique.

12 Temps de transfert maximal du signal

Un maximum de 1,5 ms est recommandé pour le temps de transfert de signal moyen entre "V" et "T" en ce qui concerne les applications de fibre jusqu'au domicile.

Un maximum de 1,5 ms est recommandé pour le temps de transfert de signal moyen entre "V" et "a" en ce qui concerne d'autres applications.

Le temps de transmission optique dans la fibre est d'environ 5ns/m.

13 Conditions d'environnement

Il est recommandé d'appliquer les conditions indiquées dans la Publication CEI 721-3-1.

Il est recommandé d'appliquer les conditions indiquées dans les Publications CEI 801-2 et 801-3 pour la compatibilité électromagnétique.

14 Sécurité

14.1 Sécurité et protection électrique

Les aspects de sécurité électrique pour l'équipement de l'ONU nécessitent un complément d'étude.

14.2 Sécurité et protection optique

La Publication CEI 825-1 (1993) définit les classes de sécurité suivantes:

- classe 1, considérée comme intrinsèquement sûre;
- classe 3A, sûre avec moyens d'observation.

Il est recommandé d'appliquer les conditions définies dans ces classes. Les limites définies dans la Publication CEI 825-2 pour les emplacements avec accès sans restriction ne doivent pas être dépassées.

APPENDICE I

Amplificateurs optiques (OA) pour les OAN

Pour accroître le bilan de puissance optique dans les OAN, on peut utiliser des OA, aussi bien comme amplificateurs de ligne que comme amplificateurs d'appoint (également appelés post-amplificateurs ou amplificateurs de puissance), soit isolément soit sous la forme de sous-systèmes intégrés. En principe, on peut également utiliser des OA comme préamplificateurs soit isolément, soit sous la forme de sous-systèmes intégrés avant l'ONU, même si des considérations économiques découragent généralement une telle stratégie. La Figure I.1 montre des exemples d'insertion de dispositifs OA dans un OAN.

NOTE – L'utilisation d'OA n'est considérée ici que dans le sens aval. L'utilisation d'OA dans les sens amont et aval est à l'étude.

Des informations générales concernant les applications OA sont données dans les Recommandations G.662 et G.663.

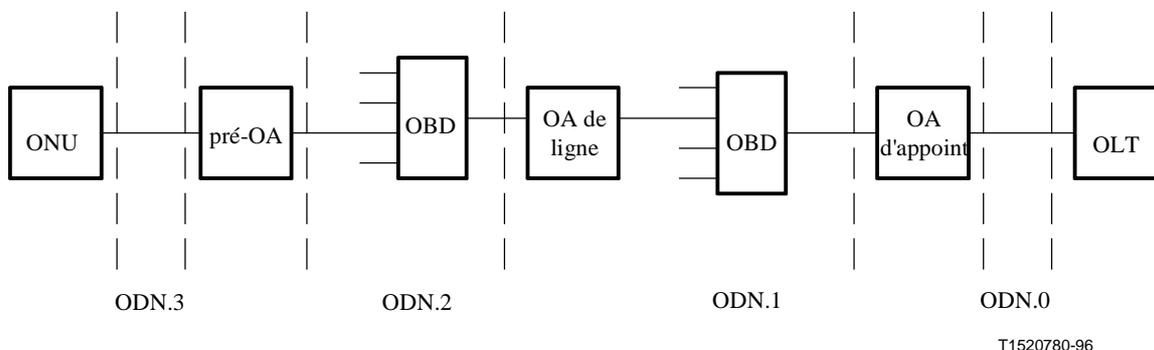


Figure I.1/G.982 – Exemple d'insertion de dispositifs OA dans un OAN

L'introduction d'OA dans l'OAN suit les règles indiquées ci-dessous:

- si un sous-système OA est utilisé comme amplificateur d'appoint, il sera considéré comme faisant partie de l'OLT;
- si un sous-système OA est utilisé comme préamplificateur, il sera considéré comme faisant partie de l'ONU;
- si un seul dispositif OA (amplificateur d'appoint, préamplificateur ou amplificateur de ligne) est utilisé, un ODN.0 sera envisagé entre l'OLT et le dispositif OA et un ODN.1 sera envisagé entre le dispositif OA et les ONU;
- plus généralement, si n dispositifs OA (amplificateurs d'appoint, préamplificateurs ou amplificateurs de ligne) sont mis en cascade sur un trajet, un ODN.0 sera envisagé entre l'OLT et le premier dispositif OA, un ODN. i sera envisagé entre le i ème dispositif OA et le $(i + 1)$ ème dispositif OA (pour $i = 1, 2, \dots, n-1$) et un ODN. n (niveau d'ODN n) sera envisagé entre le dernier dispositif OA sur le trajet et les ONU (voir la Figure I.1 pour un exemple avec $n = 3$).

Des points de référence R et S appropriés seront introduits.

NOTE 1 – La spécification de points de référence R et S et d'interfaces optiques supplémentaires pour les OA nécessite un complément d'étude.

NOTE 2 – L'utilisation d'OA influera sur la gamme de longueurs d'onde de fonctionnement de l'OAN, comme indiqué au paragraphe 8.

NOTE 3 – L'utilisation de fibres G.653 est à l'étude conjointement avec les amplificateurs optiques.

APPENDICE II

Etude de l'attribution de longueur d'onde possible pour les services interactifs

Le Tableau II.1 indique les résultats d'une étude de certaines possibilités offertes pour la transmission de services interactifs à bande étroite.

Table II.1/G.982 – Transmission de services interactifs à bande étroite

| Système de transmission bidirectionnel | Nombre de fibres | Région de longueur d'onde | Mise en œuvre du système de transmission | Futures mises en œuvre |
|--|------------------|-------------------------------|--|---|
| simplex | 2 | 1310 nm amont 1310 nm aval | SDM | |
| duplex | 1 | 1310 nm amont 1310 nm aval | TCM | |
| diplex | 1 | 1310 nm amont 1550 nm aval | WDM | 1310 + x nm amont 1310 – x nm aval |

APPENDICE III

Fonctionnalités OAM

Les catégories fonctionnelles OAM pour les réseaux optiques passifs sont décrites en détail ci-après.

III.1 Gestion de configuration

La gestion de configuration se rapporte à la topologie des ressources dans l'OAN et à la structure détaillée du système. La gestion de configuration est chargée de la mise en œuvre, de la modification et de la cessation des capacités dans le système.

Les fonctions de la gestion de configuration incluent les aspects suivants:

- 1) *équipement*
 - a) mise en œuvre de pratiques d'exploitation simples et commodes;
 - b) configuration des composants internes;
 - c) configuration des composants redondants.
- 2) *transmission*
 - a) configuration de l'attribution de largeur de bande entre l'OLT et les ONU;
 - b) initialisation des ONU;
 - c) mise à jour d'un inventaire et de l'état des ONU;
 - d) sous-répartition au niveau de l'OLT;
 - e) reconfiguration pour les essais en boucle.
- 3) *sous-système optique*
 - a) prise en charge éventuelle de l'identification des OAN par des appareils de mesure de puissance optique à mâchoires;
 - b) Commutation d'OTDR entre les OAN si nécessaire.
- 4) *sous-systèmes de service*
 - a) reconfiguration pour les essais de ligne (Note 1);
 - b) reconfiguration pour les essais en boucle;
 - c) configuration de l'indication de cartes de ligne dans les ONU;
 - d) élévation de la capacité des cartes de ligne dans les ONU et de l'interface de commutateur au niveau de l'OLT;
 - e) réaménagement par l'utilisation de circuits de ligne de réserve dans les ONU (Note 1).

NOTE 1 – Les fonctions a) et e) sont facultatives dans le cas du mode d'installation FTTH.

III.2 Gestion de la qualité de fonctionnement

Un contrôle continu du système peut être nécessaire, y compris des essais automatiques périodiques du système. Le contrôle passif du système sert à compléter les alarmes en fournissant des informations d'état et peut également déclencher des alarmes. Les fonctions d'essai sont utilisées pour la localisation des dérangements et sont incluses dans la gestion des dérangements.

Les fonctions de la gestion de la qualité de fonctionnement incluent les aspects suivants:

- 1) *équipement*
 - a) contrôle de l'état du système d'alimentation en énergie;
 - b) contrôle de l'environnement.
- 2) *transmission*
 - a) contrôle des erreurs;
 - b) contrôle des temps de mesure de distance s'il y a lieu.
- 3) *sous-système optique*
 - contrôle de la dégradation de l'OAN.
- 4) *sous-systèmes de service*
 - a) contrôle de l'interface de commutateur au niveau de l'OLT;
 - b) contrôle des lignes au niveau des ONU.

III.3 Gestion des dérangements

Des alarmes sont déclenchées pour signaler des événements susceptibles de compromettre le service. Il existe différents degrés de priorité et d'urgence de ces alarmes.

La réponse la plus courante à une alarme est une tentative de localisation du dérangement par les fonctions d'essai. Les alarmes sont incorporées dans une stratégie de maintenance préventive programmée qui réduit la gestion des crises associées aux alarmes de haute priorité.

Les questions de priorité des alarmes et de masquage des alarmes pour empêcher que la couche gestion du réseau ne soit submergée concernent tous les sous-systèmes fonctionnels. Les autres fonctions à examiner pour la gestion des dérangements incluent les aspects suivants:

- 1) *équipement*
 - a) surveillance des alarmes de localisation des dérangements des composants;
 - b) surveillance des défaillances de la source d'alimentation en énergie;
 - c) surveillance des alarmes d'environnement au niveau des ONU si nécessaire.
- 2) *transmission*
 - a) surveillance de la perte de communication avec une ONU;
 - b) surveillance des défaillances du système de transmission au niveau de l'OLT;
 - c) surveillance des erreurs excessives;
 - d) test de diagnostic de la couche section de transmission.
- 3) *sous-système optique*
 - a) détection des dérangements et de la dégradation de l'OAN par des test de routine;
 - b) localisation des dérangements de l'OAN par des essais.
- 4) *sous-systèmes de service*
 - a) surveillance des alarmes d'interface de commutateur au niveau de l'OLT;
 - b) essais de l'interface de commutateur au niveau de l'OLT;
 - c) essais de la ligne au niveau des ONU;
 - d) essai en boucle de la capacité de service.

III.4 Gestion de la sécurité

La gestion de la sécurité se rapporte à l'intégrité des données dans le système et aux dispositions de repli. Il s'agit également de déterminer, dans cette catégorie, quelles sont les entités qui peuvent accéder au système et à ses ressources. Les fonctions de cette catégorie incluent les aspects suivants:

- 1) *équipement*
 - prévention d'accès non autorisé à l'équipement;
- 2) *transmission*
 - a) détection d'accès au système par des ONU non autorisées;
 - b) sécurité de transmission entre l'OLT et les ONU.
- 3) *sous-système optique*
 - détection d'interception non autorisée de signaux optiques.

APPENDICE IV

Méthodes de calcul de l'affaiblissement optique

IV.1 Méthode statistique de type gaussien

L'exemple ci-après s'applique à une méthode statistique de type gaussien qui, même simple, introduira quelques erreurs.

On obtient les limites supérieure et inférieure des affaiblissements de trajet optique dans cet exemple respectivement en soustrayant de la valeur moyenne de la distribution résultante, ou en y ajoutant, un chiffre égal à trois fois l'écart type. Dans le cas où on utilise une approximation de distribution gaussienne pour les affaiblissements de tous les composants en cause, il n'est pas nécessaire de calculer toute la distribution statistique de l'affaiblissement de trajet global et les affaiblissements dans le cas le moins et le plus défavorable pour chaque configuration de trajet optique doivent être calculés directement comme suit.

La fiabilité statistique de ces limites supérieure et inférieure peut être meilleure que 99% si on utilise des distributions de type gaussien avec trois écarts types.

Affaiblissement de limite supérieure =

$$(mS_{\mu} + kC_{\mu} + LF_{\mu} + bB_{\mu} + M_{\mu}) + 3\sqrt{mS_{\sigma^2} + kC_{\sigma^2} + LF_{\sigma^2} + bB_{\sigma^2} + M_{\sigma^2}}$$

Affaiblissement de limite inférieure =

$$(mS_{\mu} + kC_{\mu} + LF_{\mu} + bB_{\mu} + M_{\mu}) - 3\sqrt{mS_{\sigma^2} + kC_{\sigma^2} + LF_{\sigma^2} + bB_{\sigma^2} + M_{\sigma^2}}$$

avec:

- m = nombre d'épissures
- k = nombre de connecteurs
- L = longueur de fibre (km)
- b = nombre de dispositifs de dérivation optique
- S_{μ} = affaiblissement moyen d'épissure (dB)
- C_{μ} = affaiblissement moyen de connecteur (dB)
- F_{μ} = affaiblissement moyen de fibre (dB/km)
- B_{μ} = affaiblissement moyen de dispositif de dérivation optique (dB)

| | | |
|--------------|---|---|
| M_{μ} | = | affaiblissement moyen de dispositifs divers (dB) |
| S_{σ} | = | écart type d'affaiblissement d'épissure (dB) |
| C_{σ} | = | écart type affaiblissement de connecteur (dB) |
| F_{σ} | = | écart type d'affaiblissement de fibre (dB/√km) |
| B_{σ} | = | écart type d'affaiblissement de dispositif de dérivation optique (dB) |
| M_{σ} | = | écart type d'affaiblissement de dispositifs divers (dB) |

NOTE – L'utilisation d'une distribution gaussienne pour les affaiblissements des composants conduit à des différences qui n'ont en général qu'une incidence mineure sur le calcul de l'affaiblissement global du trajet. Mais, pour certains composants, par exemple les épissures et connecteurs, la distribution statistique n'est pas gaussienne et il faut prendre des précautions lorsqu'on utilise cette analyse. Il peut être nécessaire, avec des dispositifs de dérivation optique à fusible, de prendre en considération deux distributions discrètes: une pour le trajet avec affaiblissement supérieur et l'autre pour le trajet avec affaiblissement inférieur.

IV.2 Méthode statistique de Monte Carlo

On peut utiliser une autre méthode statistique, la simulation de Monte Carlo (MCS, *Monte Carlo simulation*) pour calculer l'affaiblissement de l'ODN. Cette méthode exige que l'on connaisse la distribution d'au moins certains des éléments du système. Dans le cas où la distribution d'une classe d'éléments du système n'est pas connue, on peut admettre implicitement une distribution gaussienne ou une valeur maximale fixe.

La méthode MCS implique une simulation par ordinateur consistant à extraire aléatoirement chacun des divers éléments du système de sa distribution respective. Le total de toutes les valeurs extraites aléatoirement produit une valeur de système simulée. L'application répétée de la procédure à plusieurs (centaines de) systèmes produira une distribution des valeurs d'affaiblissement du système qui pourra être utilisée comme une indication de la qualité de fonctionnement réelle.

La procédure indiquée ci-dessous est une méthode permettant de générer une valeur aléatoire à partir d'un histogramme qui représente une distribution donnée:

- calculer l'intégrale cumulative de l'histogramme (appelée cdf);
- normaliser l'intégrale en la divisant par la somme (valeurs de cdf maintenant comprises entre 0 et 1);
- représenter la cdf comme une courbe de probabilité en fonction de la valeur de l'affaiblissement;
- générer une variable aléatoire uniforme comprise entre 0 et 1;
- déterminer une valeur d'affaiblissement aléatoire en déterminant l'inverse de la cdf à la valeur de probabilité générée.

SERIES 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 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 Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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 pour données et communication entre systèmes ouverts
- Série Z Langages de programmation