



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.983.5

(01/2002)

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

**Systeme d'accès optique à large bande à
capacité de survie renforcée**

Recommandation UIT-T G.983.5

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	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.983.5

Système d'accès optique à large bande à capacité de survie renforcée

Résumé

On décrit dans la présente Recommandation des réseaux d'accès flexibles à fibres optiques fondés sur les prescriptions de la Rec. UIT-T G.983.1. On y trouvera plus spécifiquement des fonctions élargissant ces prescriptions en vue d'améliorer la protection et la capacité de survie de ces réseaux, afin de fournir des services très fiables. Des architectures de capacité de survie pour un réseau B-PON, des critères de performance pour la protection ainsi que des critères et de protocoles de commutation pour la protection y sont exposés.

Source

La Recommandation G.983.5 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 6 janvier 2002 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 avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2002

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	Abréviations	2
4	Définitions.....	4
5	Architecture et prescriptions relatives à un réseau d'accès optique protégé.....	6
5.1	Architecture et prescriptions	6
5.1.1	Catégories de service.....	6
5.1.2	Contexte général et prescriptions	6
5.2	Configuration de référence.....	9
5.3	Blocs fonctionnels	9
5.4	Bloc fonctionnel ONU	9
5.4.1	Interface de réseau de distribution optique (ODN, <i>optical distribution network</i>).....	10
5.4.2	Multiplexage.....	10
5.4.3	Port utilisateur	10
5.4.4	Alimentation de l'unité ONU	10
5.4.5	Commutation entre interfaces de réseau ODN.....	10
5.5	Blocs fonctionnels de la terminaison OLT.....	10
5.6	Bloc fonctionnel de réseau de distribution optique (ODN).....	12
5.6.1	Éléments optiques passifs.....	12
5.6.2	Interfaces optiques.....	12
6	Services	14
7	Interface de réseau utilisateur et interface de nœud de service	14
8	Prescriptions liées à la capacité de survie du réseau optique	14
8.1	Structure de couche du réseau optique B-PON à capacité de survie	14
8.2	Prescriptions relatives à la couche support physique d'un réseau B-PON	16
8.3	Prescriptions supplémentaires relatives à la couche de convergence de transmission permettant d'assurer la capacité de survie d'un réseau B-PON	16
8.3.1	Identification de liaison duplex de réseau PON	16
8.3.2	Messages supplémentaires dans le canal PLOAM relatifs à la capacité de survie	17
8.3.3	Formats de messages.....	18
8.4	Méthode de mesure de la distance.....	18
8.5	Commutation de protection.....	18
8.5.1	Fonction de protection PON.....	18
8.5.2	Protocoles.....	21

	Page
8.5.3 Critères de commutation	21
8.5.4 Performance	22
9 Fonctionnalités de gestion d'exploitation et de maintenance (OAM, <i>operations, administration and maintenance</i>).....	24
10 Performances	24
11 Conditions d'environnement.....	24
12 Sécurité.....	24
Annexe A – Protocole de commutation rapide pour le réseau d'accès B-PON.....	24
A.1 Architecture de capacité de survie	24
A.1.1 Architecture 1:1 (obligatoire).....	24
A.1.2 Architecture 1+1 (optionnelle).....	25
A.2 Octets MSP.....	26
A.2.1 Octet K1	26
A.2.2 Règles de génération de l'octet K1	26
A.2.3 Mode réversible/non réversible.....	27
A.2.4 Octet K2	27
A.2.5 Commande de la commutation pour le flux amont dans l'unité ONU et commande de la commutation pour le flux aval dans la terminaison OLT ...	27
A.2.6 Transmission et acceptation des octets MSP.....	27
A.3 Commandes MSP	27
A.4 Séquence de commutation.....	27
A.4.1 Exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible	28
A.4.2 Exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode réversible	51
A.4.3 Exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode non réversible	54
A.4.4 Exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode réversible	57

Recommandation UIT-T G.983.5

Système d'accès optique à large bande à capacité de survie renforcée

1 Domaine d'application

On décrit dans la présente Recommandation des fonctions élargies relatives aux systèmes B-PON définis dans la Rec. UIT-T G.983.1, qui visent à assurer la protection de ces réseaux. Ces prescriptions sont fondées sur l'Appendice IV/G.983.1 et se rapportent en particulier aux configurations de protection de type B et C décrites dans cet appendice.

Un certain nombre de choix de caractéristiques et de fonctions relatives à la protection sont examinés dans la présente Recommandation, qui précise les spécifications nécessaires à leur implémentation dans la couche PON. On trouvera en particulier des directives générales relatives aux objectifs de performance (temps de commutation et de détection, par exemple), aux fonctionnalités applicatives (mode réversible, mode non réversible, prise en charge de trafic supplémentaire, commutation automatique ou commutation forcée, par exemple), critères et protocoles de commutation (mécanismes 1+1, 1:1, 1:N, bidirectionnels ou unidirectionnels).

On étudie dans la présente Recommandation des améliorations apportées à la protection de services à fiabilité très élevée en examinant un certain nombre de scénarios du réseau B-PON, relatifs notamment au fibre jusqu'à l'armoire de répartition (FFTCab, *fibre to the cabinet*) ou au fibre jusqu'au bureau (FTTO, *fibre to the office*).

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.

- [1] Recommandation UIT-T G.652 (2000), *Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes.*
- [2] Recommandation UIT-T G.671 (2001), *Caractéristiques de transmission des composants et sous-systèmes optiques.*
- [3] Recommandation UIT-T G.783 (2000), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone.*
- [4] Recommandation UIT-T G.841 (1998), *Types et caractéristiques des architectures de protection des réseaux à hiérarchie numérique synchrone.*
- [5] 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.*
- [6] Recommandation UIT-T G.957 (1999), *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone.*
- [7] Recommandation UIT-T G.958 (1994), *Systèmes de ligne numériques fondés sur la hiérarchie numérique synchrone, pour utilisation sur câbles à fibres optiques.*
- [8] 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.*

- [9] Recommandation UIT-T G.983.1 (1998), *Systèmes d'accès optique à large bande basés sur un réseau optique passif.*
- [10] Recommandation UIT-T G.983.2 (2000), *Spécification de l'interface de gestion et de commande de terminaison de réseau optique pour réseau optique passif ATM.*
- [11] Recommandation UIT-T I.321 (1991), *Modèle de référence pour le protocole du RNIS large bande et son application.*
- [12] Recommandation UIT-T I.326 (1995), *Architecture fonctionnelle des réseaux de transport fondés sur le mode ATM.*
- [13] Recommandation UIT-T I.356 (2000), *Caractéristiques du transfert de cellules de la couche ATM du RNIS-LB.*
- [14] Recommandation UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande.*
- [15] Recommandation UIT-T I.432.1 (1999), *Interface usager-réseau du RNIS-LB – Spécification de la couche Physique: caractéristiques générales.*
- [16] Recommandation UIT-T I.610 (1999), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande.*
- [17] Recommandation UIT-T I.732 (2000), *Caractéristiques fonctionnelles des équipements ATM.*

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AF	fonction d'adaptation (<i>adaptation function</i>)
APS	commutateur de protection automatique (<i>automatic protection switching</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BER	taux d'erreurs sur les bits (<i>bit error ratio</i>)
BIP	parité à entrelacement de bits (<i>bit interleaved parity</i>)
B-PON	réseau optique passif à large bande (<i>broadband passive optical network</i>)
CEI	Commission électrotechnique internationale
CID	symbole identique consécutif (<i>consecutive identical digit</i>)
CPE	erreur de phase de cellule (<i>cell phase error</i>)
CRC	contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
E/O	électrique/optique
FTTB/C	fibre jusqu'au bâtiment/jusqu'au trottoir (<i> fibre to the building/curb</i>)
FTTCab	fibre jusqu'à l'armoire de répartition (<i> fibre to the cabinet</i>)
FTTH	fibre jusqu'au domicile (<i> fibre to the home</i>)
FTTO	fibre jusqu'au bureau (<i> fibre to office</i>)
HEC	contrôle d'erreurs dans l'en-tête (<i>header error control</i>)
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
LCD	délimitation avec perte de cellules (<i>loss of cell delineation</i>)

LCF	champ de commande du laser (<i>laser control field</i>)
LSB	bit de plus faible poids (<i>least significant bit</i>)
LT	terminal de ligne (<i>line terminal</i>)
MAC	commande d'accès au support physique (<i>media access control</i>)
MSB	bit de plus fort poids (<i>most significant bit</i>)
MSP	protection de section multiplex (<i>multiplex section protection</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>)
ODF	répartiteur optique (<i>optical distribution frame</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>)
PLOAM	exploitation, administration et maintenance de la couche Physique (<i>physical layer OAM</i>)
PON	réseau optique passif (<i>passive optical network</i>)
PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
PST	trace de section PON (<i>PON section trace</i>)
QS	qualité de service
RAU	unité de demande d'accès (<i>request access unit</i>)
RMS	écart type (<i>root mean square</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RNIS-LB	réseau numérique à intégration de services à large bande
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SD	dégradation du signal (<i>signal degrade</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SF	défaillance du signal (<i>signal fail</i>)
SN	numéro de série (<i>serial number</i>)
SNI	interface de nœud de service (<i>service node interface</i>)
SPF	fonction de port de service (<i>service port function</i>)
TC	convergence de transmission (<i>transmission convergence</i>)
TDMA	accès multiple par répartition dans le temps (<i>time division multiple access</i>)
UI	intervalle unitaire (<i>unit interval</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>)
UPC	commande de paramètre d'utilisation (<i>usage parameter control</i>)

UPF	fonction de port utilisateur (<i>user port function</i>)
VC	voie virtuelle (<i>virtual channel</i>)
VoD	vidéo à la demande (<i>video on demand</i>)
VP	conduit virtuel (<i>virtual path</i>)
VPI	identificateur de conduit virtuel (<i>virtual path identifier</i>)
WDM	multiplexage par répartition en longueur d'onde (<i>wavelength division multiplexing</i>)

4 Définitions

On définit les termes suivants dans la présente Recommandation:

4.1 protection 1:1: système acheminant le trafic par un équipement de travail tandis que l'équipement de protection reste en attente et n'achemine aucune donnée. Cette configuration 1:1 est un cas spécial d'une configuration de protection 1:N plus générale où l'équipement de protection est partagé entre N équipements de travail.

4.2 protection 1+1: système acheminant le même trafic via l'équipement de travail et l'équipement de protection.

4.3 architecture de protection X:N: système associant X réseaux de protection PON à N réseaux de travail PON, l'ensemble ou une partie des unités ONU protégées appartenant à des réseaux PON pouvant être reliées à l'un quelconque des X réseaux de protection PON.

4.4 protection bidirectionnelle: après détection d'une défaillance affectant ses équipements de travail, un système à configuration de protection bidirectionnelle doit recevoir un accusé de réception provenant des équipements de protection les plus distants avant de commuter vers les équipements de protection.

4.5 protection unidirectionnelle: un système à configuration de protection unidirectionnelle peut commuter vers les équipements de protection après détection d'une défaillance sur ses équipements de travail.

4.6 mixage: fonction qui peut s'appliquer aux données utilisateur émises vers l'aval par une terminaison OLT vers ses unités ONU. Le mixage assure les fonctions nécessaires d'embrouillage des données et offre un niveau faible de protection des données. Il est implanté au niveau de la couche de convergence de transmission du système B-PON en mode ATM et peut être activé pour des connexions de point à point vers l'aval.

4.7 fonctionnement duplex: communication bidirectionnelle utilisant une longueur d'onde propre à chaque sens de transmission sur une même fibre optique.

4.8 trafic supplémentaire: trafic de priorité inférieure à celui acheminé par l'entité de travail. Il est acheminé dans l'entité de protection, l'entité de travail étant active. Il n'est pas protégé, ce qui signifie qu'il fait l'objet d'une préemption dans le cas où il est demandé à l'entité de protection de protéger le trafic acheminé par l'entité de travail (suite à une défaillance ou une opération de commutation manuelle/forcée).

4.9 autorisation: court message vers l'aval donnant l'autorisation à une unité ONU donnée de transmettre une cellule vers l'amont. L'OLT commande la distribution des autorisations aux unités ONU et s'assure de la bonne utilisation du canal amont sans collisions de données.

4.10 temps moyen de transfert de signal: valeur moyenne des valeurs amont et aval entre les points de référence "V" et "T"; on le détermine en mesurant le temps aller-retour puis en le divisant par 2.

4.11 non réversible: une configuration de protection est non réversible si le système ne rebascule pas vers la configuration d'origine.

4.12 réseau d'accès optique (OAN, *optical access network*): ensemble de liaisons d'accès qui partagent les mêmes interfaces du côté réseau et qui sont prises en charge par des systèmes de transmission avec accès optique. Le réseau OAN peut comprendre un certain nombre de réseaux ODN connectés à une même terminaison OLT.

4.13 réseau de distribution optique (ODN, *optical distribution network*): un réseau ODN fournit les moyens de transmission optique de la terminaison OLT vers les utilisateurs et en sens inverse. Il comprend des composants optiques passifs.

4.14 terminaison de ligne optique (OLT, *optical line termination*): une terminaison OLT fournit l'interface côté réseau pour le réseau OAN; elle est connectée à un ou plusieurs réseaux ODN.

4.15 terminaison de réseau optique (ONT, *optical network termination*): unité ONU utilisée pour le raccordement FTTH et contenant la fonction de port utilisateur.

4.16 unité de réseau optique (ONU, *optical network unit*): une unité ONU fournit (de manière directe ou à distance) l'interface côté utilisateur pour le réseau OAN; elle est connectée au réseau ODN. Elle partage les mêmes fonctionnalités de sécurité que la terminaison ONT: seules les unités ONU sont donc mentionnées dans la présente Recommandation, à des fins de clarification.

4.17 télémétrie: il est nécessaire, dans ce système, de transmettre une cellule vers l'amont sans collision avec d'autres cellules. Cette fonction mesure les distances logiques entre la terminaison OLT et les différentes unités ONU et décide de l'instant d'émission après réception d'une autorisation pour une unité ONU donnée.

4.18 réversible: une protection de configuration est réversible si le système rebascule automatiquement vers les équipements de travail après qu'ils aient été réparés ou qu'ils ne soient plus en panne. Dans une telle configuration, le système dispose donc d'équipements de travail fixes. Les équipements de protection ne sont utilisés que si les équipements de travail sont hors service.

4.19 fonction de port de service: la fonction de port de service (SPF, *service port function*) adapte les prescriptions définies pour une interface SNI particulière au traitement de supports communs et sélectionne les informations pertinentes pour un traitement dans la fonction de gestion du réseau d'accès.

4.20 accès multiple par répartition dans le temps (TDMA, *time division multiple access*): technique de transmission utilisant le multiplexage de plusieurs intervalles de temps dans une même charge utile.

4.21 fonction de port utilisateur: la fonction de port utilisateur (UPF) adapte les prescriptions spécifiques d'interface UNI aux fonctions de noyau et de gestion. Le réseau d'accès peut prendre en charge un certain nombre d'accès et d'interfaces utilisateur du réseau, qui nécessitent des fonctions particulières répondant aux spécifications d'interface et aux prescriptions de capacité de supports d'accès (supports associés aux transferts d'informations et aux protocoles).

4.22 vérification: il est possible qu'un utilisateur malveillant usurpe l'identité d'une autre unité ONU et utilise le réseau s'il sait que cette unité ONU n'est pas en service. La fonction "vérification" permet de contrôler si l'identité de l'unité ONU connectée n'est pas usurpée par un utilisateur malveillant.

4.23 multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM, *wavelength division multiplexing*): multiplexage bidirectionnel utilisant des longueurs d'onde optiques différentes pour les signaux vers l'amont et vers l'aval.

5 Architecture et prescriptions relatives à un réseau d'accès optique protégé

5.1 Architecture et prescriptions

5.1.1 Catégories de service

Les catégories de service suivantes ont été considérées:

- services asymétriques à large bande (services de radiodiffusion numérique par exemple, vidéo à la demande, Internet, téléenseignement, télémédecine, etc.);
- services symétriques à large bande (services de télécommunication destinés aux petites entreprises, consultation à distance, etc.);
- réseaux RTPC et RNIS. Le réseau d'accès doit pouvoir fournir avec flexibilité des services de téléphonie à bande étroite;
- services fiables. Le réseau d'accès doit pouvoir protéger le trafic utilisateur dont la fiabilité exigée vis-à-vis de pannes d'équipements ou d'installations du réseau est élevée.

5.1.2 Contexte général et prescriptions

Les configurations de réseau requises s'appuient essentiellement sur les configurations de type B et C décrites dans la Rec. UIT-T G.983.1. Les points suivants doivent figurer dans l'architecture de capacité de survie d'un réseau B-PON:

- configuration de protection de type B. Dans une telle configuration (voir la Figure 1), il n'y a pas de redondance d'équipements dans les unités ONU. La terminaison OLT dotée de capacités de protection procède à une commutation en cas de défaillance de son interface de réseau PON de travail ou en cas de rupture de la fibre optique à laquelle elle est directement connectée. Les unités ONU conformes aux prescriptions de la Rec. UIT-T G.983.1 peuvent s'inscrire sans modification dans une configuration de protection de type B;
- configuration de protection de type C. Dans une telle configuration (voir les Figures 2 et 3), les équipements sont redondants tant dans la terminaison OLT que dans les unités ONU. La terminaison OLT dotée de capacités de protection procède à la commutation en cas de défaillance d'une des interfaces PON de l'OLT ou d'une ONU, ou en cas de rupture d'une fibre du réseau ODN. On expose dans la présente Recommandation les modifications à apporter à la Rec. UIT-T G.983.1 pour permettre la prise en charge de la configuration de protection de type C;
- association d'unités ONU protégées et non protégées dans une configuration de type C. Les fonctions de protection doivent permettre d'avoir à la fois des unités ONU protégées et des unités ONU non protégées. Suivant certains scénarios de panne, les unités ONU non protégées peuvent faire l'objet d'une interruption de service tandis que les unités ONU protégées peuvent se remettre à fonctionner normalement;
- variante X:N de la configuration de protection de type C. Suivant cette variante (voir la Figure 3), les équipements sont redondants dans la terminaison OLT (pour l'ensemble ou une partie des terminaux de liaison) et dans certaines ou toutes les unités ONU. Les unités ONU protégées peuvent être reliées à l'un quelconque des terminaux de ligne de protection, indépendamment du terminal de ligne de travail auquel elles appartiennent. Cette variante est optionnelle;

- trafic supplémentaire pour la configuration de type C. Il doit pouvoir être acheminé par des entités de protection pendant que l'entité de travail est active. Il n'est pas protégé. Cette option permet une utilisation efficace de la largeur de bande dans les entités de protection. Un opérateur doit avoir la possibilité de ne pas activer cette option "trafic supplémentaire".

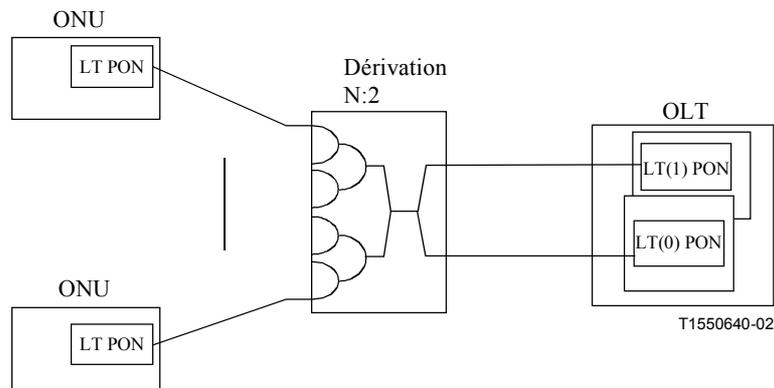


Figure 1/G.983.5 – Type B: système où seule la terminaison OLT est protégée

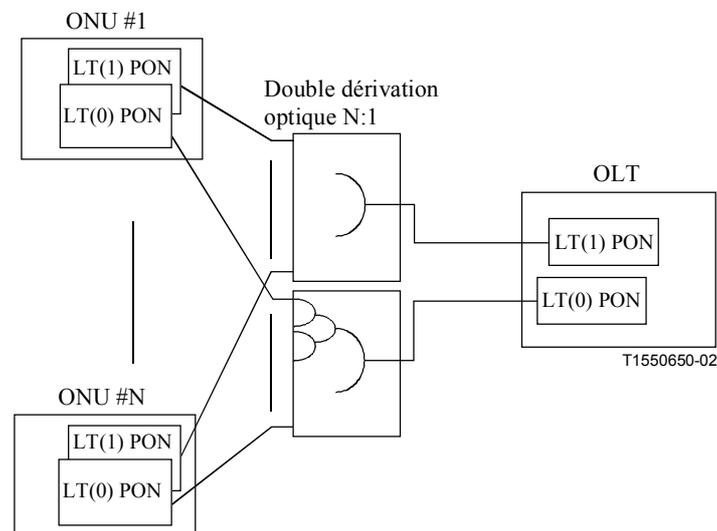


Figure 2/G.983.5 – Type C: système avec protection complète, 1:1 et 1+1

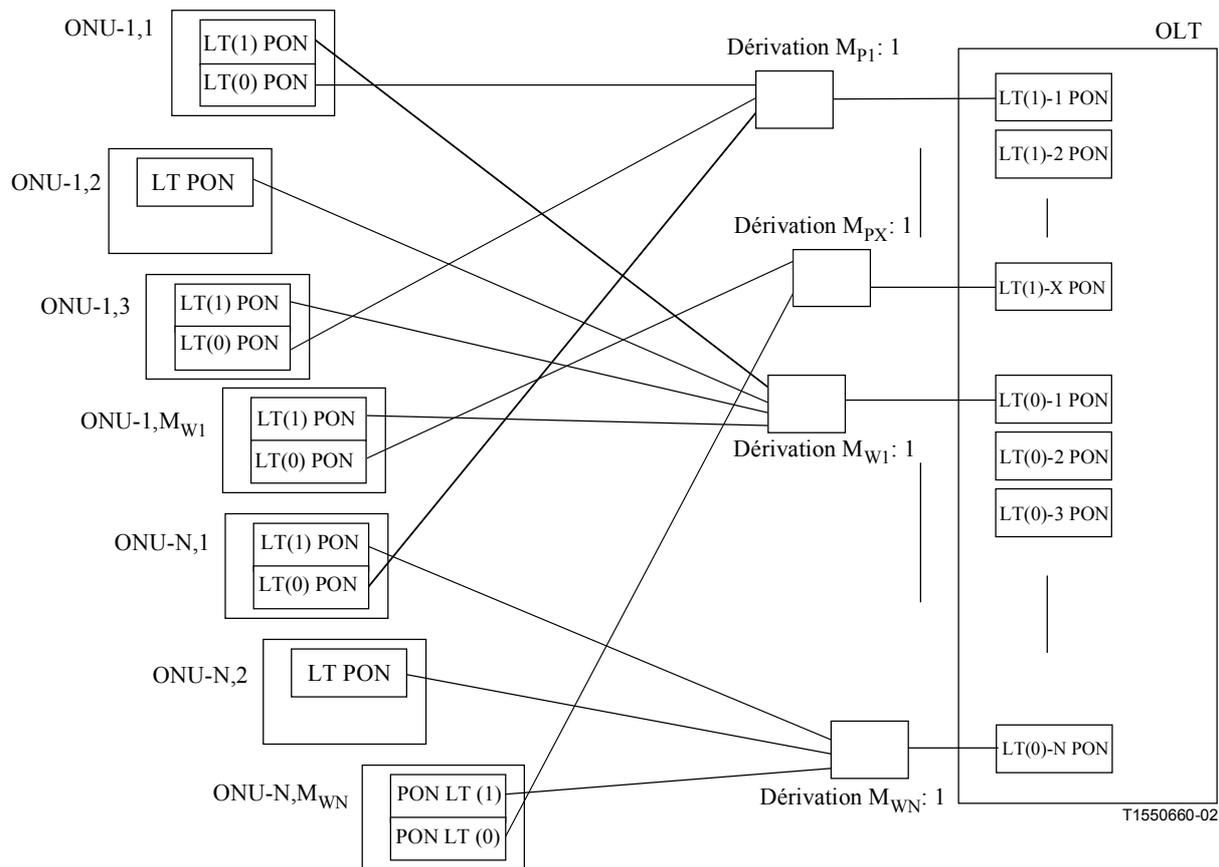


Figure 3/G.983.5 – Type C: système avec protection X:N

Un système B-PON redondant doit satisfaire aux exigences suivantes:

- on doit pouvoir disposer d'une configuration de protection de type B et d'une configuration de protection de type C sur une même OLT:
 - il doit être possible de dupliquer l'interface OLT-PON et les fibres entre l'OLT et les dérivation et de dupliquer la totalité des conduits par fibre optique entre la terminaison OLT et une unité ONU pour un ensemble d'unités ONU;
 - on doit pouvoir disposer des deux configurations sur une même terminaison OLT, mais pas sur une même interface ODN.
- L'interopérabilité multiopérateurs entre une terminaison OLT et une unité ONU doit être possible.
- Dans une configuration de type C, la présence simultanée d'unités ONU protégées et non protégées sur une même interface doit être possible.
- L'ajout ou la suppression d'une unité ONU protégée dans un réseau PON ne doit pas avoir d'incidence sur les autres unités ONU de ce réseau.
- On doit pouvoir disposer d'une commutation automatique déclenchée par la détection d'un incident tel qu'une perte du signal, une perte de délimitation de cellule, une dégradation du signal (lorsque par exemple le BER excède un seuil prédéterminé), etc.
- Une commutation forcée doit être possible: elle pourrait être activée par des événements administratifs tels que le reroutage de fibres, le remplacement de fibres, etc.
- Il est nécessaire d'éviter toute commutation inutile. La qualité de service étant dégradée par des commutations instables, les commutations de protection inutiles (qu'elles soient réversibles ou non) ne doivent pas se produire.

- Une commutation sans perte de connexion sur les connexions ATM doit être possible.
- L'opérateur doit pouvoir choisir entre un mode de commutation réversible ou non réversible.
- Le temps d'interruption de service doit être inférieur à 50 ms lorsque l'option trafic supplémentaire n'est pas utilisée.
- Les événements ou conditions déclenchant la commutation automatique doivent être choisis parmi les paramètres OAM de la Rec. UIT-T G.983.1.
- Les protocoles et mécanismes choisis doivent s'appliquer à la couche section du réseau B-PON.
- La configuration de type C doit pouvoir prendre en charge le trafic supplémentaire:
 - le trafic supplémentaire doit être acheminé par les entités de protection lorsque l'entité de travail est active; il n'est pas protégé. Cette capacité permet une utilisation efficace de la largeur de bande des entités de protection;
 - cette exigence n'est applicable qu'à la configuration de type C;
 - un opérateur doit pouvoir ne pas activer l'option trafic supplémentaire (pour que la durée d'interruption de service soit plus courte, par exemple).

5.2 Configuration de référence

Elle est identique à celle indiquée sur la Figure 2/G.983.1.

5.3 Blocs fonctionnels

Ils sont identiques à ceux décrits au 5.3/G.983.1.

5.4 Bloc fonctionnel ONU

Un exemple de terminaison ONT (unité ONU dotée d'une fonction de port utilisateur) est indiqué sur la Figure 4. L'ONT est active et découple le mécanisme de distribution du réseau d'accès de la distribution auprès des foyers. Le noyau de la terminaison ONT comprend des fonctions d'interface de réseau ODN redondantes, une fonction de commutation entre interfaces de réseau ODN, des fonctions de port utilisateur, une fonction de transmission, une fonction de multiplexage (MUX)/démultiplexage de clients et de services ainsi qu'une alimentation.

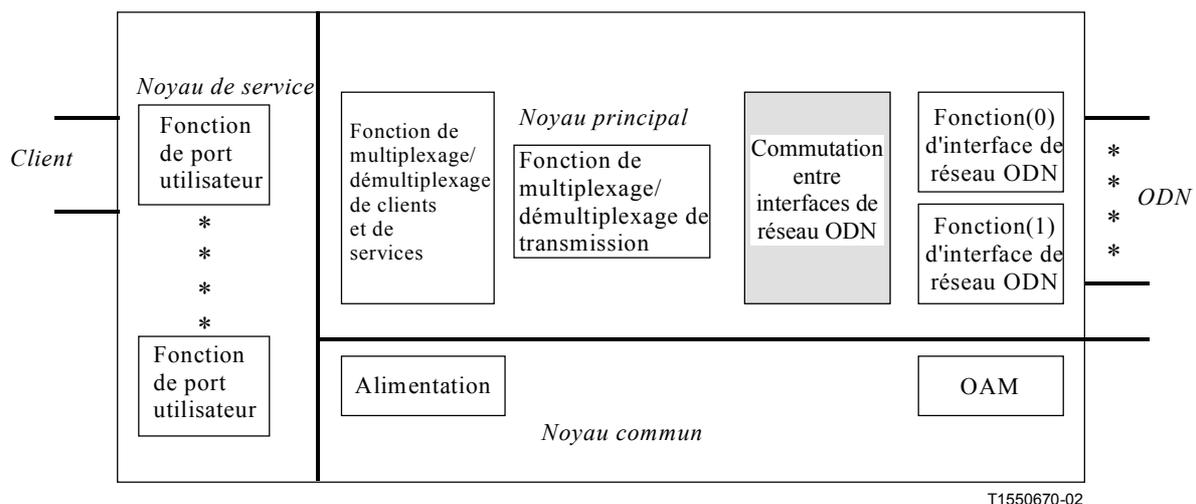


Figure 4/G.983.5 – Blocs fonctionnels ONU

5.4.1 Interface de réseau de distribution optique (ODN, *optical distribution network*)

L'interface de réseau ODN gère le processus de conversion optoélectronique. Elle extrait les cellules ATM de la charge utile acheminée vers l'aval par le réseau PON et insère des cellules ATM dans la charge utile acheminée vers l'amont par le réseau PON en utilisant la synchronisation obtenue à partir de la cadence de trame vers l'aval. Une entité ONT/ONU protégée dispose de deux interfaces ODN.

5.4.2 Multiplexage

Le multiplexeur (MUX) sert à multiplexer les interfaces de service en vue d'une transmission à l'interface de réseau ODN. Puisque le multiplexeur ne transmet que les cellules ATM valides, la largeur de bande allouée vers l'amont peut être partagée de manière efficace entre un nombre élevé de conduits virtuels.

5.4.3 Port utilisateur

Un port utilisateur communique avec un terminal utilisateur au travers d'une interface UNI. Il gère des fonctions telles que l'insertion des cellules ATM dans la charge utile vers l'amont et l'extraction de cellules ATM de la charge utile vers l'aval.

5.4.4 Alimentation de l'unité ONU

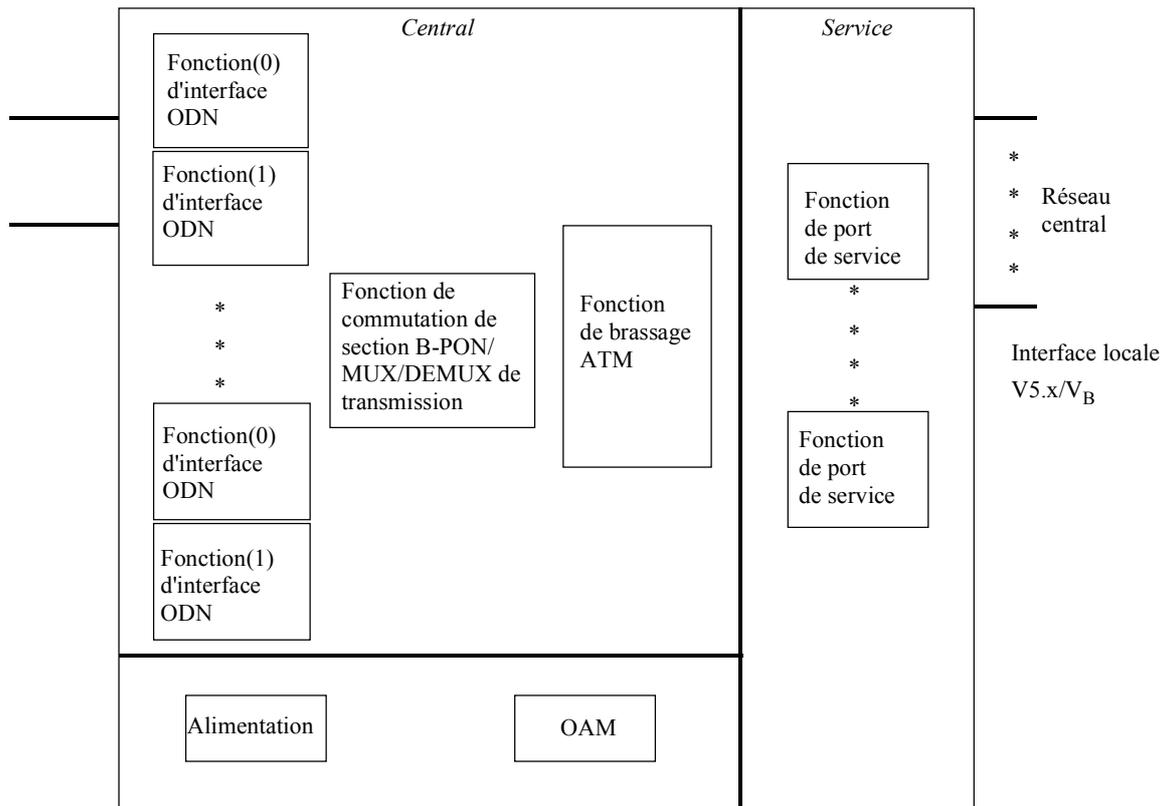
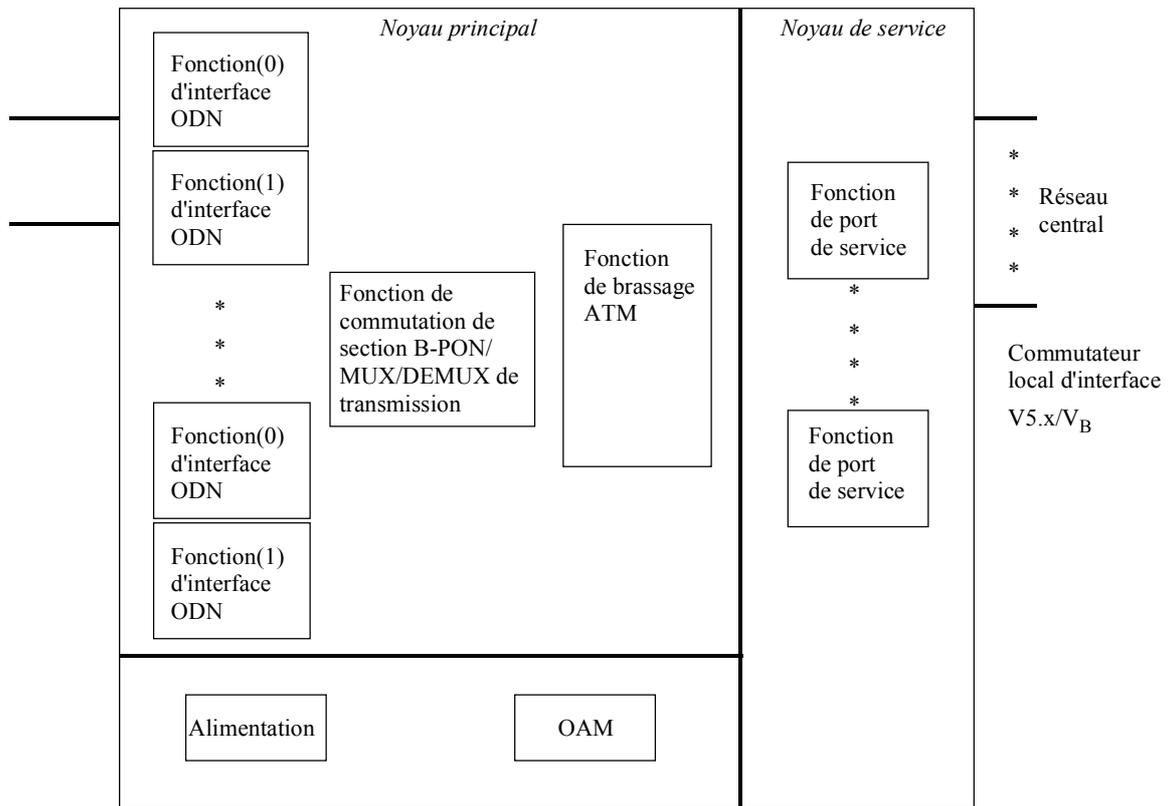
Elle peut dépendre de l'implémentation.

5.4.5 Commutation entre interfaces de réseau ODN

La fonction de commutation entre interfaces de réseau ODN permet la sélection de l'interface ODN "en service".

5.5 Blocs fonctionnels de la terminaison OLT

La terminaison OLT est connectée aux réseaux commutés via des interfaces normalisées (VB5.x, V5.x, NNI). Ses accès optiques du côté distribution sont conformes aux prescriptions agréées en terme de débit, de bilan d'énergie, etc.



T1550680-02

Figure 5/G.983.5 – Blocs fonctionnels de la terminaison OLT

La terminaison OLT comprend trois parties: la fonction de port de service, l'interface ODN et la commutation de section MUX/DEMUX/B-PON pour le traitement de conduit virtuel (voir Figure 5). (Cette configuration n'a pas pour objet d'exclure la fonction de couche de voie virtuelle (VC, *virtual channel*) de l'OLT. Comme il est indiqué dans la Rec. UIT-T G.983.1, cette fonction fera l'objet d'études complémentaires.)

1) *Fonction de port de service*

Elle est identique à celle du point 1) du 5.5/G.983.1.

2) *Commutation de section MUX/DEMUX/B-PON de transmission*

Cette fonction fournit des connexions de conduit virtuel entre la fonction de port de service et l'interface ODN. Des conduits virtuels différents sont attribués aux différents services au niveau de l'interface PON. Divers flux d'informations telles que le contenu de données principales, la signalisation ou les cellules OAM sont échangées via les voies virtuelles des conduits virtuels. Le commutateur de la section MUX/DEMUX/B-PON de transmission sélectionne la section de réseau B-PON à partir des interfaces ODN redondantes.

3) *Interface de réseau ODN*

La terminaison de ligne de réseau PON gère le processus de conversion optoélectronique. L'interface de réseau ODN gère des fonctions telles que l'insertion de cellules ATM dans la charge utile acheminée vers l'aval par le réseau PON et l'extraction des cellules ATM de la charge utile acheminée vers l'amont par le réseau PON. L'interface de réseau ODN est redondante.

5.6 Bloc fonctionnel de réseau de distribution optique (ODN)

Il est identique à celui décrit au 5.6/G.983.1.

5.6.1 Eléments optiques passifs

Ils sont identiques à ceux décrits au 5.6.1/G.983.1.

5.6.2 Interfaces optiques

La Figure 6 présente la configuration physique générique d'un réseau ODN dans le cas d'une configuration de référence.

On identifie les deux directions suivantes de transmission optique dans le réseau ODN:

- direction vers l'aval pour les signaux se propageant de la terminaison OLT vers le ou les unités ONU;
- direction vers l'amont pour les signaux se propageant d'une ou de plusieurs unités ONU vers la terminaison OLT.

Les transmissions vers l'aval et vers l'amont peuvent se produire dans la même fibre optique et les mêmes composants (fonctionnement duplex/diplex) ou dans des fibres optiques et des composants différents (fonctionnement simplex).

Si d'autres connecteurs ou dispositifs passifs sont nécessaires pour modifier le réseau ODN, ils devront être placés entre les points S et R et les pertes associées devront toujours être prises en compte dans le calcul des pertes optiques.

Il existe dans un réseau ODN un ou plusieurs conduits optiques entre une ou plusieurs unités ONU. Chaque conduit optique est défini entre des points de référence dans une fenêtre de longueur d'onde particulière.

Les interfaces optiques suivantes sont définies sur la Figure 6:

O_{ru} , O_{rd} : interfaces optiques au point de référence R/S entre une unité ONU et le réseau ODN dans la direction amont (*upstream*) ou aval (*downstream*), respectivement.

O_{lu} , O_{ld} : interfaces optiques au point de référence S/R entre la terminaison OLT et le réseau ODN dans les directions amont (*upstream*) ou aval (*downstream*), respectivement.

Au niveau de la couche Physique, les interfaces nécessiteront au moins deux fibres pour les unités ONU et les terminaisons OLT protégées. Plus de deux fibres pourront être nécessaires dans le cas par exemple d'une séparation entre directions de transmission ou de types de signal/service différents.

Les spécifications des interfaces optiques (O_{ru} , O_{rd} , O_{lu} , O_{ld}) sont définies au paragraphe 8.

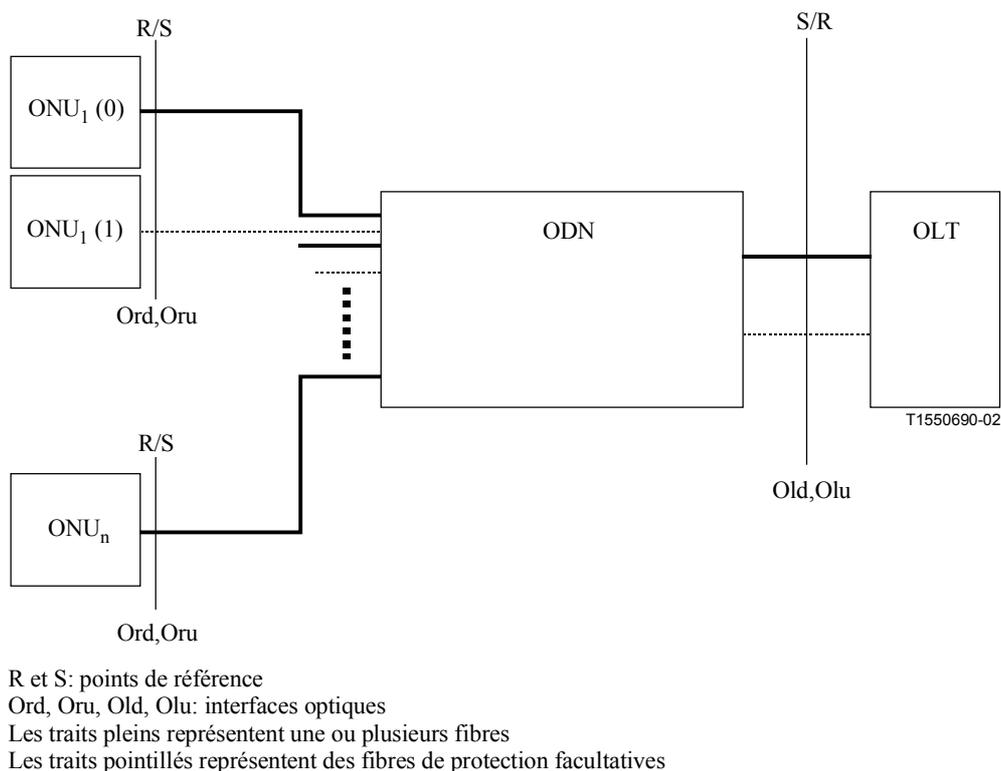


Figure 6/G.983.5 – Configuration physique générique d'un réseau de distribution optique

Les propriétés optiques du réseau ODN doivent permettre de fournir tout service actuellement envisageable sans devoir modifier de manière importante le réseau ODN. Cette prescription a une incidence sur les propriétés des composants optiques passifs constituant le réseau ODN. On a identifié l'ensemble suivant de principales prescriptions ayant une influence directe sur les propriétés optiques du réseau ODN:

- transparence de longueur d'onde optique: les dispositifs (tels que les mécanismes de dérivation optique) qui ne sont pas destinés à sélectionner une longueur d'onde doivent pouvoir transmettre tout signal dont la longueur d'onde appartient à la région 1310 nm ou 1550 nm;
- réciprocity: la permutation des points d'accès d'entrée et de sortie ne doit pas modifier de manière sensible les pertes optiques dans les dispositifs;
- compatibilité de fibre optique: tous les composants optiques doivent être compatibles avec les fibres optiques monomodes spécifiées dans la Rec. UIT-T G.652.

Dans le cas d'une configuration B-ODN, l'interface optique de l'interface (O_{ld}) active/de travail est identique à celle spécifiée dans la Rec. UIT-T G.983.1. L'interface O_{ld} du terminal de ligne inactif/de remplacement ne doit pas être "allumée" (c'est-à-dire que la diode laser ne doit pas être active) afin d'empêcher les brouillages dans la direction aval.

Dans une configuration ODN de type C, les interfaces optiques au niveau de la terminaison OLT et des unités ONU sont identiques à celles spécifiées dans la Rec. UIT-T G.983.1.

5.6.2.1 Calculs de perte pour le modèle de réseau de distribution optique

Les descriptions correspondantes figurent dans la Rec. UIT-T G.982.

5.6.2.2 Technique de calculs de perte pour le modèle de distribution optique

Les descriptions correspondantes figurent dans la Rec. UIT-T G.982.

6 Services

Les réseaux d'accès à large bande disposant de fonctions de protection peuvent acheminer des services très fiables telles que des lignes louées ou des réseaux de conduits virtuels très fiables. Ces réseaux peuvent également acheminer les services à large bande définis dans la Rec. UIT-T G.983.1 et/ou un ensemble de services protégés et de services non protégés. Ils peuvent en outre transmettre des services économiques et de fiabilité moindre appelés "trafic supplémentaire", qui font l'objet d'une préemption par les services à fiabilité élevée en cas de panne.

7 Interface de réseau utilisateur et interface de nœud de service

Les interfaces UNI et SNI sont identiques à celles figurant dans le paragraphe 7/G.983.1.

8 Prescriptions liées à la capacité de survie du réseau optique

8.1 Structure de couche du réseau optique B-PON à capacité de survie

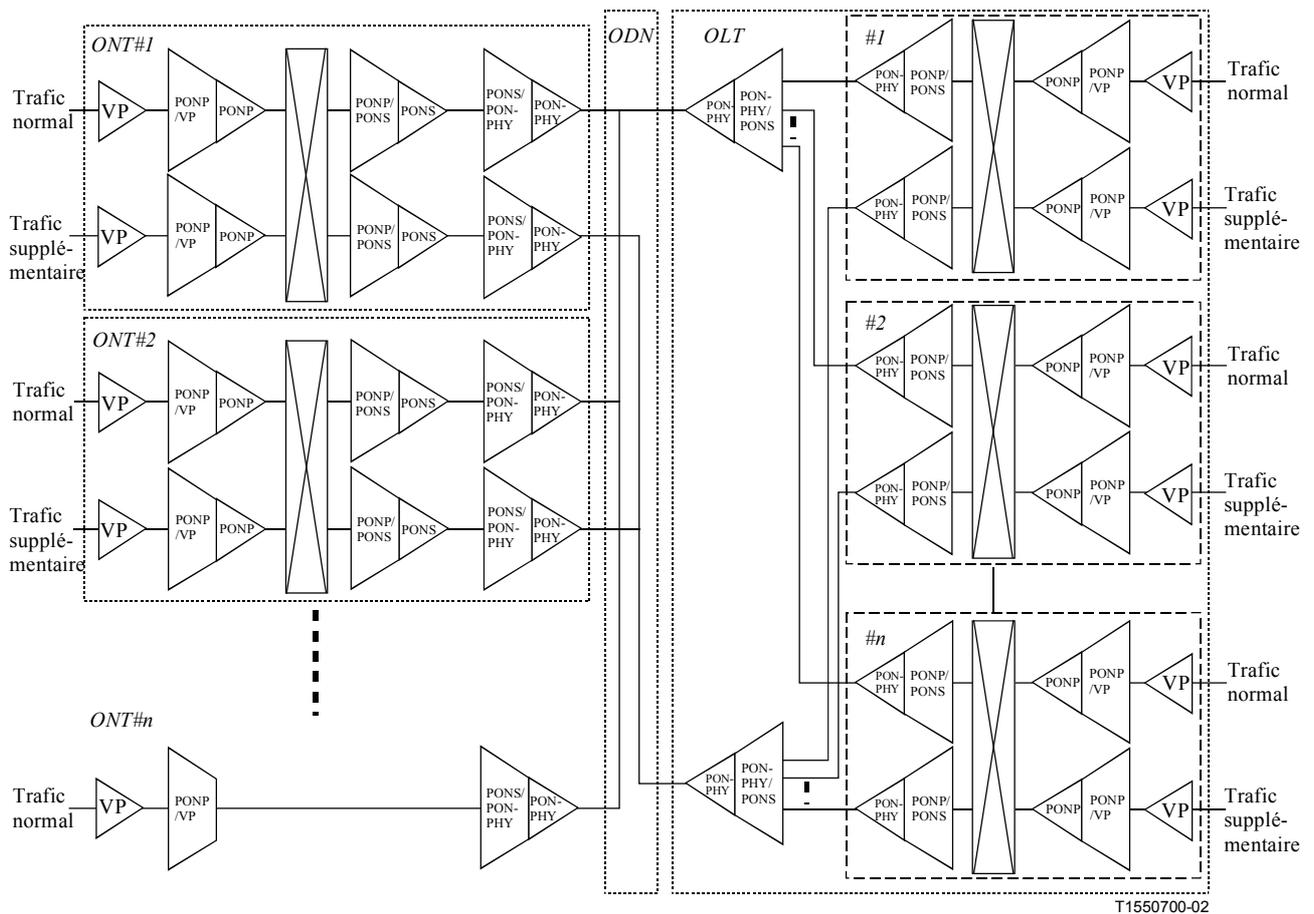
Les prescriptions relatives à la structure de couches du réseau optique et à la couche support physique sont identiques à celles indiquées aux 8.1 et 8.2/G.983.1.

Architecture de couches pour une commutation de type C

Le présent paragraphe décrit l'architecture de couches pour une protection de réseau B-PON. Afin de protéger chaque ligne de dérivation et prendre en compte les unités ONU protégées ou non protégées, la fonction de capacité de survie du système B-PON est assurée en commutant chaque trafic des unités ONU. La Figure 7 indique l'architecture de couches d'une protection de réseau B-PON, fondée sur la description de la Rec. UIT-T G.805. La Figure 8 indique la structure de multiplexage des couches section/conduit entre la terminaison OLT et une unité ONU lorsque la fonction de protection est disponible.

On définit une section de réseau B-PON comme étant le groupe de conduits virtuels reliant une terminaison OLT à une unité ONU. Si "n" unités ONU sont reliées à une terminaison OLT, il y a alors "n" sections de réseau B-PON. La surveillance de ces sections est assurée par les cellules PLOAM qui constituent la couche de convergence de transmission.

La fonction de protection de la couche de la section de réseau B-PON ne se trouve pas dans la couche ATM, mais dans la couche de convergence de transmission d'une section reliant une unité ONU à une terminaison OLT et comprenant tous les identificateurs de conduits virtuels de l'unité ONU. Elle est lancée de manière indépendante pour chaque défaillance affectant une ligne de dérivation donnée. La fonction OAM de couche de convergence de transmission A permet à cet effet de vérifier l'état d'une section de réseau B-PON. Cette protection de couche/section de réseau B-PON accroît la fiabilité et la flexibilité du réseau ODN à commutation de protection.



T1550700-02

- PONS Section de réseau optique passif (*passive optical network section*)
- PONP Protection de réseau optique (*passive optical network protection*)
- PON-PHY Couche Physique de réseau optique passif (*passive optical network physical*)
- VP Conduit virtuel (*virtual path*)

Figure 7/G.983.5 – Exemple d'architecture de couches dans le réseau B-PON

de son numéro de ligne, un équipement génère une alarme MIS (discordance de liaison) (MIS, *link mismatching*). Dans le cas d'un système non protégé, le mécanisme d'alarme de discordance de liaison est optionnel.

8.3.2 Messages supplémentaires dans le canal PLOAM relatifs à la capacité de survie

Les messages PLOAM sont décrits au 8.3.8.1/G.983.1. Le message PST est redéfini pour inclure un message PLOAM supplémentaire relatif à la capacité de survie (voir le Tableau 1).

Tableau 1/G.983.5 – Définition du message PST

	Intitulé du message	Fonction	Direction	Déclenchement	Nombre d'envois	Effet de la réception
15	Message PST (Message à large diffusion) (En cas de nécessité de transmission du même message à toutes les unités ONU, l'OLT peut envoyer ce message.)	Vérifier la connexion OLT-ONU dans une configuration redondante et procéder à une commutation automatique de protection. Niveau de priorité: 1	OLT → ONU	A envoyer lorsqu'un même message doit être envoyé simultanément à toutes les unités ONU	Identique à la condition de déclenchement individuel.	Identique au message individuel. (Voir la Note)
	Message PST (message individuel)	Réaliser la commutation de protection automatique Niveau de priorité: 1.		A envoyer selon une certaine périodicité ou lorsque la terminaison OLT détecte le déclenchement d'une commutation automatique de protection en vue de modifier les octets K1/K2.	1 fois/sec ou lorsque les octets K1/K2 doivent être modifiés.	L'unité ONU vérifie les octets K1/K2 et procède à une commutation automatique de protection. (Voir la Note)
28	Message PST	Vérifier la connexion OLT-ONU dans une configuration redondante et procéder à une commutation automatique de protection. Niveau de priorité: 1.	OLT ← ONU	A envoyer selon une certaine périodicité ou lorsque la terminaison OLT détecte le déclenchement d'une commutation automatique de protection en vue de modifier les octets K1/K2.	1 fois/sec ou lorsque les octets K1/K2 doivent être modifiés.	La terminaison OLT compare le numéro de liaison avec son propre numéro de liaison et génère en cas de différence une alarme de discordance de liaison (MIS) ou l'OLT vérifie les octets K1/K2 et procède à une commutation automatique de protection.

NOTE – La terminaison ONU compare le numéro de liaison à son propre numéro de liaison et génère en cas de différence une alarme de discordance de liaison (MIS). Ce processus est réalisé grâce à l'envoi de messages individuels ou de messages à large diffusion.

8.3.3 Formats de messages

On définit dans le présent paragraphe le contenu des messages précédemment décrits.

8.3.3.1 Format d'un message vers l'aval

Les formats de messages vers l'aval doivent être référencés dans la Rec. UIT-T G.983.1. Le message PST du Tableau 2 est ajouté pour l'application capacité de survie.

Tableau 2/G.983.5 – Format d'un message vers l'aval

Message PST		
Octet	Contenu	Description
35	01000000 ou PON_ID	Message de diffusion à toutes les unités ONU ou message individuel à une unité ONU
36	10000000	Identification du message "PST"
37	Numéro de ligne	0 ou l'identificateur de ligne
38	Commande	Octet K1 spécifié dans la Rec. UIT-T G.783
39	Commande	Octet K2 spécifié dans la Rec. UIT-T G.783
40..46	Non spécifié	

8.3.3.2 Format d'un message vers l'amont

Les formats de messages vers l'amont doivent être référencés dans la Rec. UIT-T G.983.1. Le message PST du Tableau 3 est ajouté pour l'application capacité de survie.

Tableau 3/G.983.5 – Format d'un message vers l'amont

Message PST		
Octet	Contenu	Description
2	PON_ID	Identifie l'unité ONU émettrice du message
3	10000010	Identification du message "PST"
4	Numéro de ligne	0 ou identificateur de ligne
5	Commande	Octet K1 spécifié dans la Rec. UIT-T G.783
6	Commande	Octet K2 spécifié dans la Rec. UIT-T G.783
7..13	Non spécifié	

8.4 Méthode de mesure de la distance

Elle est identique à celle indiquée dans la Rec. UIT-T G.983.1.

8.5 Commutation de protection

8.5.1 Fonction de protection PON

Architecture de commutation de type B

Aucune prescription particulière relative aux unités ONU de configuration de type B n'est requise.

Concernant l'OLT, deux nouvelles fonctions sont nécessaires: une fonction de sélection permettant de choisir l'interface PON et une fonction d'interruption de l'interface PON de remplacement.

Architecture de commutation de type C

Il est nécessaire de protéger une section de réseau B-PON dans une architecture de type C. Une section de réseau B-PON correspond à une connexion entre une terminaison OLT et une unité ONU, et peut contenir plusieurs TCONT et plusieurs conduits virtuels (caractérisés par des identificateurs VPI). Le mécanisme de protection d'une section de réseau B-PON est mis en œuvre de manière indépendante pour chaque ligne de dérivation en cas de défaillance, ce qui permet de connecter à la fois des unités ONU protégées et des unités ONU non protégées, et conduit à une plus grande fiabilité et souplesse du réseau ODN à commutation.

Architectures 1:1 et 1+1

Il existe deux types d'architecture de protection:

i) *architecture 1:1*

L'entité de travail achemine en principe le trafic vers la source. En cas de problème ou de commutation forcée/manuelle, le trafic est acheminé par l'entité de protection.

ii) *architecture 1+1*

Dans la direction source, le signal est ponté et circule à la fois dans l'entité de travail et dans l'entité de protection. Dans la direction puits, un seul signal source (dont la qualité de transmission doit être bonne) est sélectionnée.

NOTE – Seule l'architecture 1:1 peut prendre en charge le trafic supplémentaire.

Les Figures 9 et 10 présentent respectivement les architectures de commutation 1:1 et 1+1.

X:N architecture

Suivant ce schéma, X réseaux PON servent à protéger N réseaux PON de travail (X compris entre 1 et N) pouvant comprendre à la fois des unités ONU protégées et des unités ONU non protégées. Une entité ONU protégée peut être reliée à l'un quelconque des X réseaux PON de protection. Ainsi, des unités ONU protégées appartenant à un même réseau PON de travail peuvent être connectées à des réseaux PON de protection différents et des unités ONU protégées appartenant à des réseaux PON de travail différents peuvent être connectées à un même réseau de protection PON.

Ce schéma est compatible avec les architectures de commutation 1:1 et 1+1; il est indépendant du protocole utilisé. Il assure une protection en cas de défaillances multiples dans différents réseaux PON de travail associés à moins de N réseaux PON de protection.

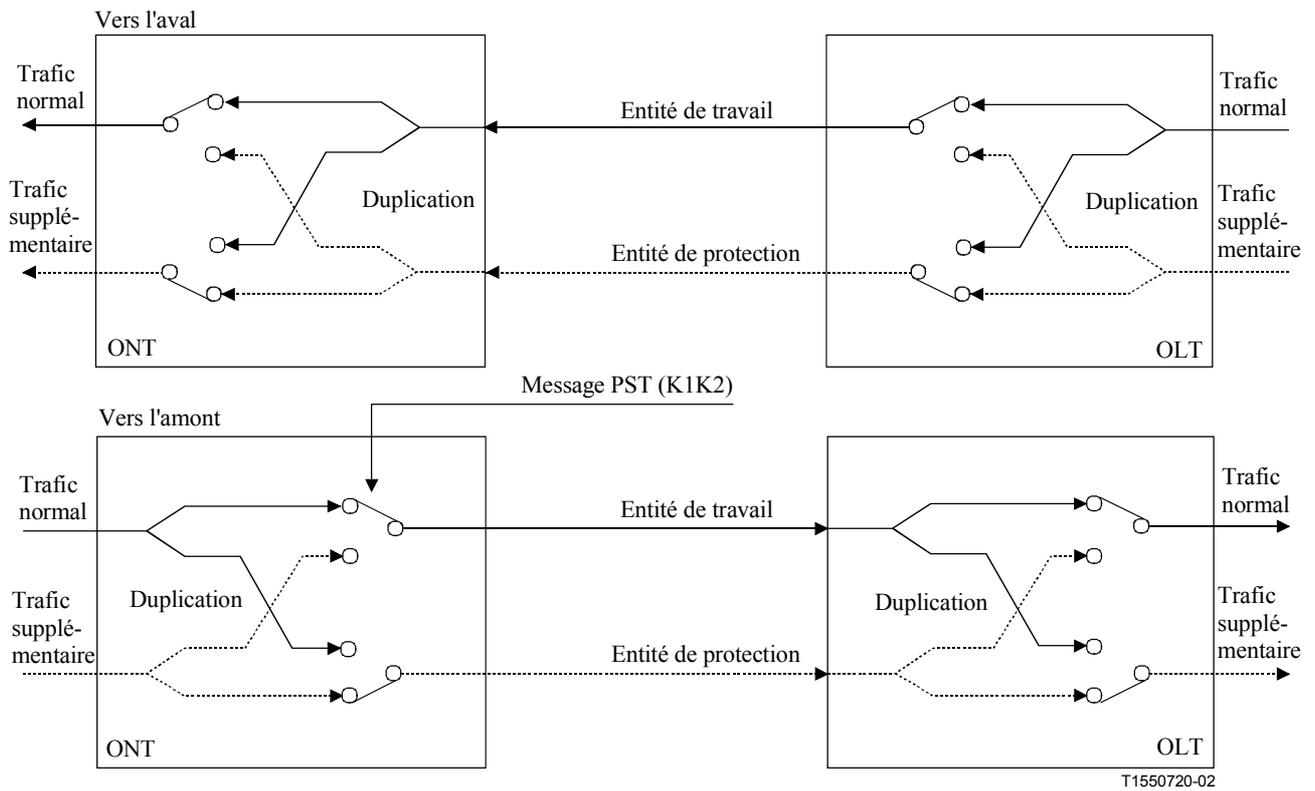


Figure 9/G.983.5 – Architecture de commutation 1:1

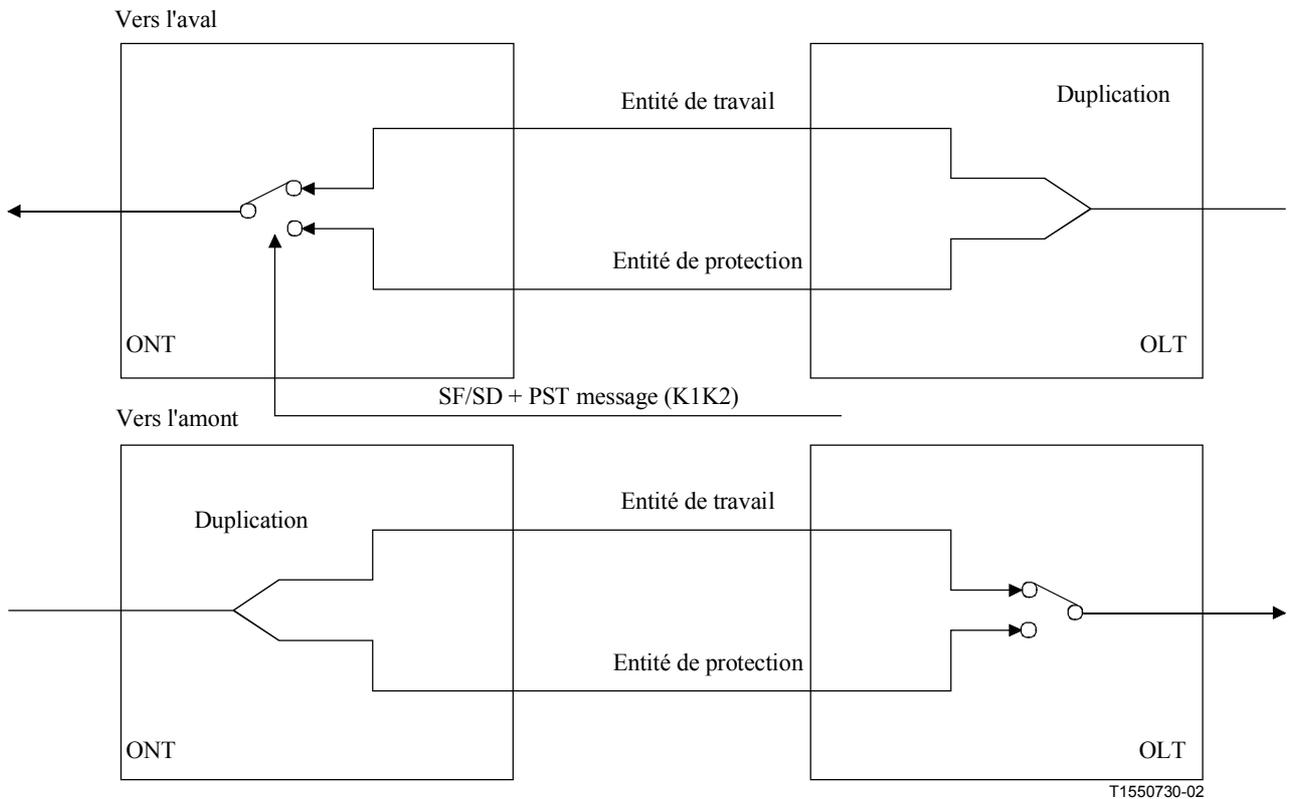


Figure 10/G.983.5 – Architecture de commutation 1+1

8.5.2 Protocoles

Le protocole de commutation rapide décrit dans l'Annexe A est recommandé pour satisfaire aux prescriptions du § 5.1.2.

8.5.3 Critères de commutation

Fondamentalement, aucune communication n'est nécessaire entre la terminaison OLT et les unités ONU pour une commutation de type B, les mécanismes de commutation forcée ou automatique étant exécutés du côté OLT uniquement. Le processus déclenchement d'une commutation automatique doit être identique à celui d'une configuration de type C.

On trouvera ci-après une description des commandes de commutation de type C.

1) *Commandes lancées en externe*

Les commandes lancées en externe (commutation forcée ou manuelle par exemple) le sont toujours du côté OLT.

2) *Commandes lancées en automatique*

Le mécanisme de commutation automatique de protection est fondé sur les conditions de défaillance des sections de travail et des sections de protection du réseau B-PON. Les commandes de défaillance du signal (SF, *signal fail*) ou de dégradation du signal (SD, *signal degrade*) proviennent de la terminaison OLT ou d'une unité ONU.

Les mécanismes prévus de commutation (défaillance du signal ou dégradation du signal) sont énumérés ci-après:

a) *Déclenchement d'une condition de défaillance du signal dans la terminaison OLT*

La terminaison OLT reconnaît une condition SF lorsqu'elle détecte une des alarmes suivantes:

- LOSi, LCDi, CPEi, OAMLi, SUFi, LOAi, PEEi, DF, TF;
- défaillance d'un équipement ou suppression d'un terminal de ligne LT (0/1) de réseau PON.

b) *Déclenchement d'une condition de dégradation du signal dans la terminaison OLT*

La terminaison OLT reconnaît une condition SD lorsqu'elle détecte l'alarme suivante:

- SD.

c) *Déclenchement d'une condition de défaillance du signal dans une unité ONU*

Une unité ONU reconnaît une condition SF lorsqu'elle détecte une des alarmes suivantes:

- OAML, FRML, LCD, LOS, PEE, DIS, TF;
- défaillance d'un équipement ou suppression d'un terminal de ligne LT (0/1) du réseau PON.

d) *Déclenchement d'une condition de dégradation du signal dans une unité ONU*

L'unité ONU reconnaît une condition SD lorsqu'elle détecte l'alarme suivante:

- SD.

Les conditions de déclenchement de commutation détectées par une unité ONU sont transmises à la terminaison OLT dans l'octet K1 du message PST.

Les alarmes de la couche de convergence de transmission sont détectées tant du côté de l'entité de travail que du côté de l'entité de protection.

8.5.4 Performance

Le temps de détection dépend de la fréquence à laquelle les données/cellules PLOAM sont transmises. Le temps de détection d'une dégradation du signal peut notamment être important dans le cas d'un service lent. Le temps de détection d'une défaillance du signal doit être inférieur à 10 ms dans le cas d'un débit de transmission de données supérieur à 1,5 Mbit/s.

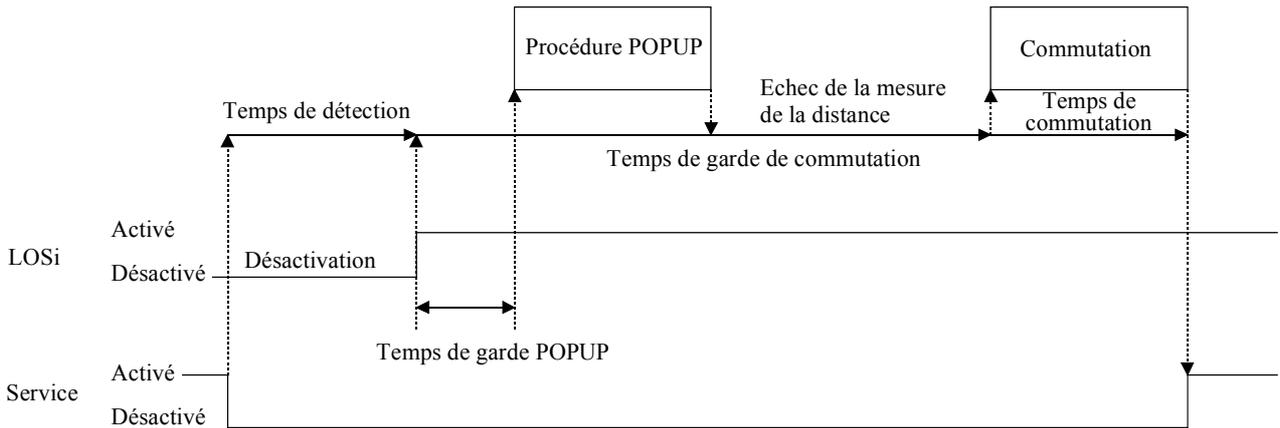
Les définitions du temps de détection, du temps de garde de commutation et du temps de commutation sont illustrées sur les Figures 11 et 12. La Figure 11 indique la relation entre le temps de commutation et le temps de détection en cas d'utilisation de la procédure optionnelle POPUP (qui correspond au protocole de mesure de la distance utilisé lorsque la terminaison ONT est dans l'état POPUP (O10) défini dans la Rec. UIT-T G.983.1). On voit que la commutation peut être déclenchée si la procédure POPUP n'a pas permis au système de récupérer le trafic de travail et d'éviter ainsi un recours inutile à la commutation. Lorsqu'un système n'utilise pas la procédure POPUP, le temps de garde de commutation peut être très court. La Figure 12 illustre la relation entre le temps de commutation et le temps de détection lorsque la procédure POPUP n'est pas mise en œuvre.

Lorsqu'un réseau PON n'achemine pas de trafic supplémentaire, le `service_halt_time` (temps d'interruption du trafic) doit être inférieur à 50 ms pour 32 unités ONU, ce temps d'interruption étant défini comme suit:

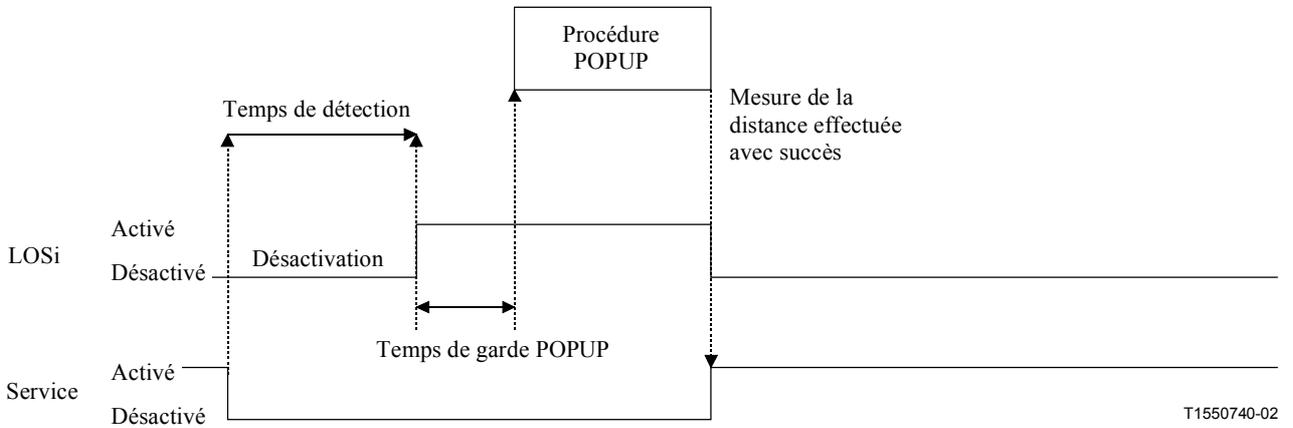
$$\text{service_halt_time} = \text{detection_time (temps de détection)} + \text{switching_guard_time (temps de garde de commutation)} + \text{switching_time (temps de commutation)}$$

Le temps de garde de commutation et le temps de garde POPUP sont déterminés dans la pratique en fonction du système considéré. L'ordre de priorité de la nouvelle mesure de la distance et de la commutation est fixée en fonction de ces temps de garde.

i) Exemple d'échec de la mesure de la distance par la procédure POPUP (déclenchement de la commutation)

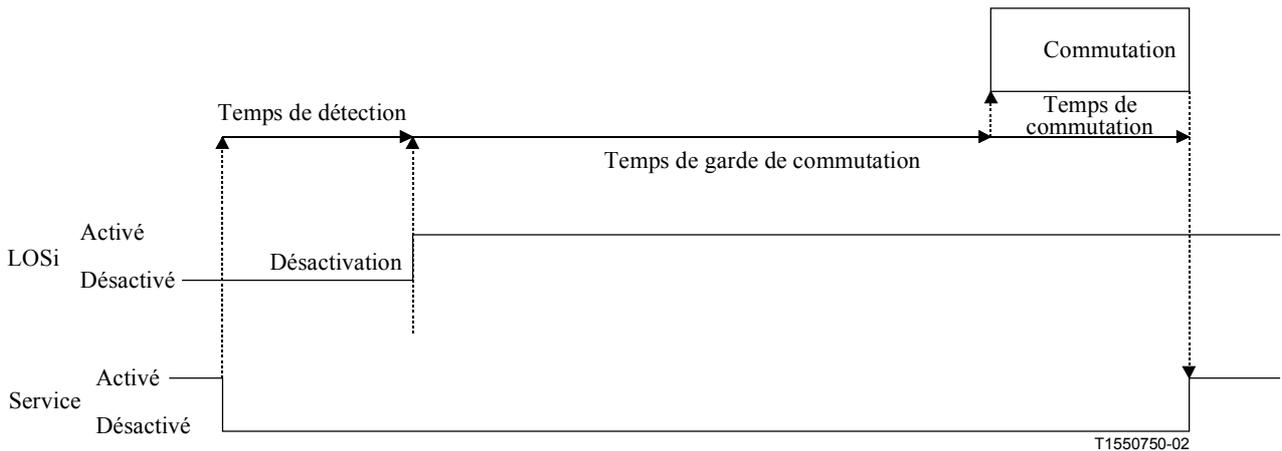


ii) Exemple de succès de la mesure de la distance par la procédure POPUP (la commutation n'est pas déclenchée)



T1550740-02

Figure 11/G.983.5 – Modèle type de commutation de protection (avec procédure POPUP)



T1550750-02

Figure 12/G.983.5 – Modèle type de commutation de protection (sans procédure POPUP)

9 Fonctionnalités de gestion d'exploitation et de maintenance (OAM, *operations, administration and maintenance*)

Elles sont identiques à celles indiquées dans la Rec. UIT-T G.983.1.

10 Performances

Elles sont identiques à celles indiquées dans la Rec. UIT-T G.983.1.

11 Conditions d'environnement

Elles sont identiques à celles indiquées dans la Rec. UIT-T G.983.1.

12 Sécurité

Les considérations relatives à la sécurité sont identiques à celles indiquées dans la Rec. UIT-T G.983.1.

Annexe A

Protocole de commutation rapide pour le réseau d'accès B-PON

La présente annexe décrit l'architecture de capacité de survie pour le réseau B-PON ainsi que la méthode d'utilisation des octets et des commandes MSP.

A.1 Architecture de capacité de survie

A.1.1 Architecture 1:1 (obligatoire)

L'architecture 1:1 est indiquée sur la Figure A.1; elle est obligatoire.

Dans la direction aval, le trafic normal et le trafic supplémentaire sont tous deux transmis à des électeurs qui déterminent le type de trafic (normal ou supplémentaire) à acheminer sur le réseau ODN. Une fonction simple sélectionne au niveau de l'unité ONU le flux de trafic correct émanant de la terminaison OLT.

Dans la direction amont, le mécanisme de capacité de survie est pour l'essentiel identique à celui régissant le flux aval. Le trafic normal et le trafic supplémentaire parviennent tous deux à des sélecteurs de l'unité ONU qui routent le flux de trafic approprié vers la terminaison OLT. Une simple fonction de sélection dans l'OLT permet de choisir le flux de trafic correct.

Si le trafic supplémentaire n'est pas pris en charge vers l'amont ou vers l'aval, le sélecteur du côté du récepteur peut être remplacé par un simple concentrateur.

Les sélecteurs doivent procéder à des choix complémentaires: cela signifie que si l'un des sélecteurs de la terminaison OLT sélectionne par exemple le trafic normal, l'autre sélecteur doit sélectionner le trafic supplémentaire. Ce même principe s'applique également aux sélecteurs d'une unité ONU.

Le mécanisme de commutation est effectué en bout de chaîne de transmission grâce aux sélecteurs, dont les états sont déterminés par les messages PST émanant de la terminaison OLT. Si une défaillance affectant uniquement le trafic aval survient, l'unité ONU doit la notifier à la terminaison OLT afin de déclencher la commutation. L'unité ONU cessera alors d'envoyer sur le réseau PON de travail des cellules en réponse à des autorisations, ce qui générera une alerte LOSi dans la terminaison OLT et déclenchera la commutation.

La commutation entre réseaux PON de travail et de protection n'est possible que si les alarmes "de secours" de la couche de convergence de transmission ne sont pas actives et si la transmission du message PST est effective.

Les valeurs VPI/VCI du trafic normal et du trafic supplémentaire doivent être différentes pour permettre une commutation rapide.

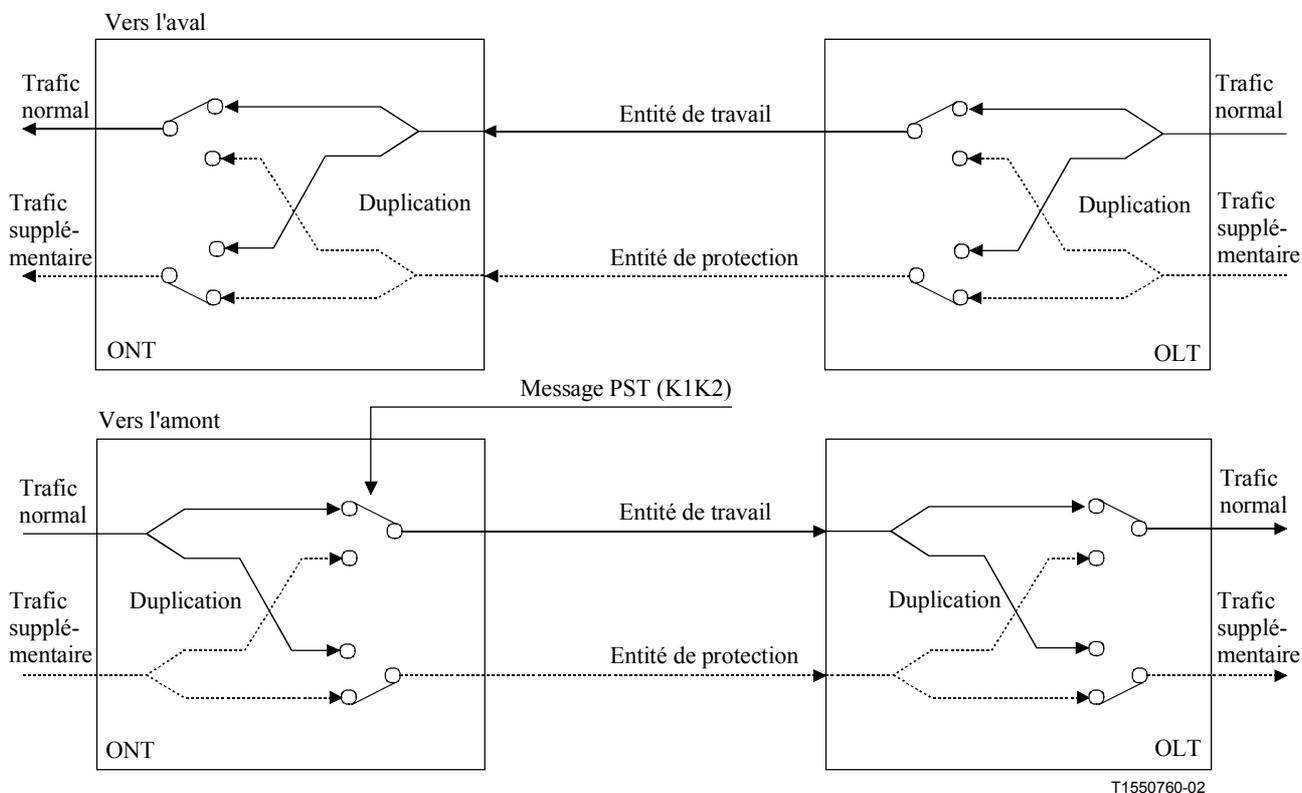


Figure A.1/G.983.5 – Architecture 1:1

A.1.2 Architecture 1+1 (optionnelle)

L'architecture 1+1 est indiquée sur la Figure A.2; elle est optionnelle.

Dans la direction aval, le trafic est ponté et circule à la fois dans le réseau PON de travail et dans le réseau PON de protection. Dans l'unité ONU, la sélection du trafic dépend de la qualité du signal et/ou du contenu du message PST.

Les mêmes fonctionnalités existent dans la direction amont. Le trafic est ponté et circule à la fois dans le réseau PON de travail et dans le réseau PON de protection; du côté du récepteur, un mécanisme sélectionne le trafic en fonction de la qualité du signal et du mode de fourniture.

La commutation est déclenchée au niveau du premier récepteur à détecter une défaillance. Si celle-ci affecte uniquement le flux aval, l'unité ONU doit la notifier à la terminaison OLT afin que la commutation soit accomplie. L'unité ONU cessera alors d'envoyer sur le réseau PON de travail des cellules en réponse à des autorisations, ce qui générera une alerte LOSi dans la terminaison OLT et la réalisation de la commutation.

Cette architecture ne permet pas la prise en charge du trafic supplémentaire.

La commutation entre les réseaux PON de travail et de protection ne peut se faire que si l'adresse du trafic de destination est correcte.

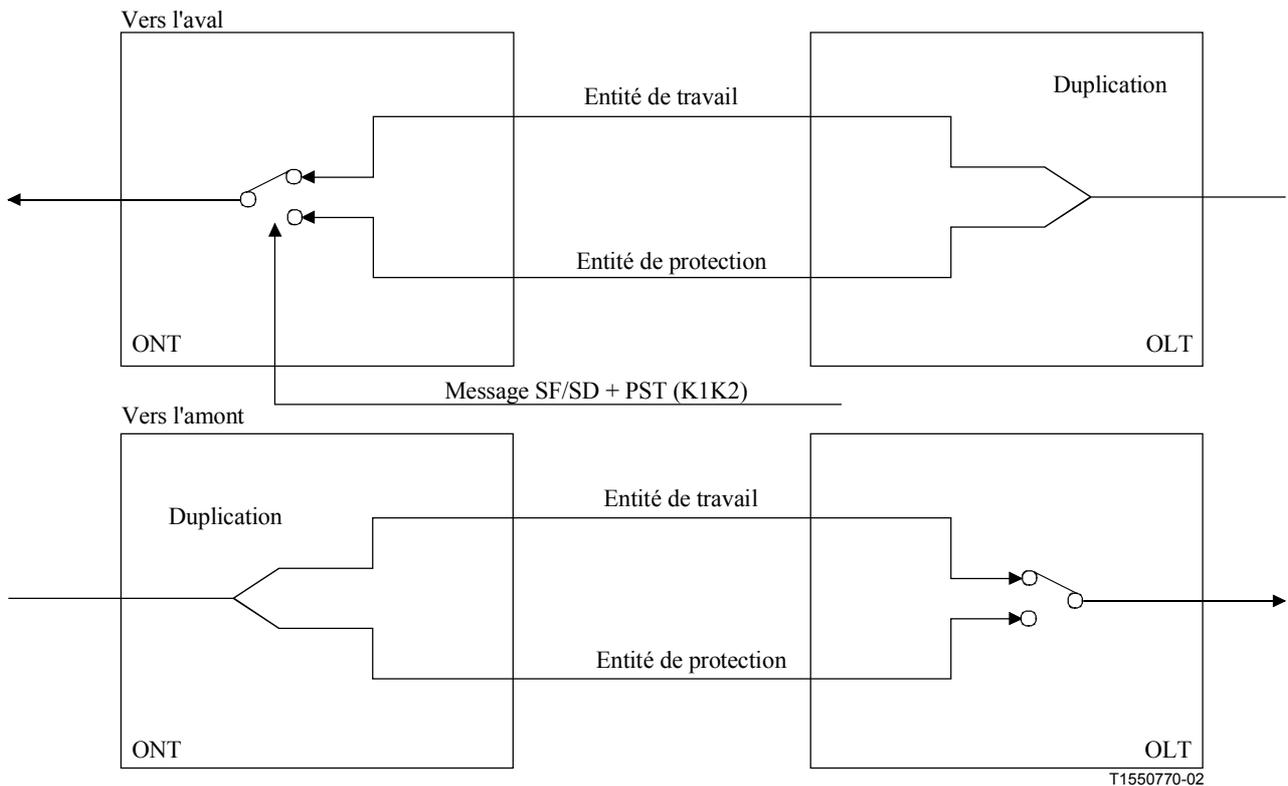


Figure A.2/G.983.5 – Architecture 1+1

A.2 Octets MSP

Ce protocole de commutation utilise une partie des octets K1/K2 définis dans l'Annexe A/G.783 pour commander les sélecteurs et le mécanisme de pont dans une unité ONU. Les attributions des bits de ces octets et le protocole portant sur ces bits sont définis ci-après.

A.2.1 Octet K1

Maître de la commutation, la terminaison OLT peut envoyer les demandes suivantes via l'octet K1 :
verrouillage de protection, commutation forcée, priorité faible de défaillance du signal, priorité faible de dégradation du signal, commutation manuelle, attente de retour à l'état initial, non-retour à l'état initial et pas de demande.

En réponse aux demandes de la terminaison OLT, l'unité ONU peut envoyer les demandes suivantes via l'octet K1 :

demande de retour à l'état initial et pas de demande.

A.2.2 Règles de génération de l'octet K1

Se référer au A.1.2/G.783.

A.2.2.1 Exploitation bidirectionnelle

L'exploitation du système B-PON ne peut être que bidirectionnelle.

Dans la terminaison OLT, la demande locale est envoyée via l'octet K1.

Dans l'unité ONU, deux réponses peuvent être envoyées en réponse à une demande de l'OLT.

Le message demande de retour à l'état initial est envoyé lorsque l'unité ONU peut procéder à la commutation pour le flux amont.

Le message pas de demande est envoyé lorsque l'unité ONU désenclenche ou n'effectue pas la commutation pour le flux amont.

A.2.3 Mode réversible/non réversible

Se référer au A.1.3/G.783.

L'exploitation non réversible est également applicable à l'architecture 1:1.

A.2.4 Octet K2

Se référer au A.1.4/G.783.

Le système ATM-PON n'utilisant pas les bits 6 à 8 pour indiquer un message MS-AIS ou MS-RDI, ces bits peuvent servir à indiquer le mode de commutation (bidirectionnel par exemple si le code utilisé est 101).

A.2.5 Commande de la commutation pour le flux amont dans l'unité ONU et commande de la commutation pour le flux aval dans la terminaison OLT

Dans la terminaison OLT, la demande locale correspond au déclenchement de la commutation pour le flux aval.

Dans une unité ONU, la demande locale ou la demande à distance correspond au déclenchement de la commutation pour le flux amont.

Si la section de protection est dans un état défaillance du signal, les commutations dans la terminaison OLT et dans l'unité ONU sont désenclenchées.

A.2.6 Transmission et acceptation des octets MSP

Se référer au A.1.8/G.783.

Puisqu'il fait partie de la cellule PLOAM, le message MSP est protégé par le mécanisme de contrôle CRC-8 et peut donc être considéré comme valide si ce mécanisme ne détecte aucune erreur.

A.3 Commandes MSP

Cinq commandes de commutation et deux commandes de contrôle sont décrites au A.2/G.783.

Le verrouillage de la commande de canal de travail ne pouvant pas lui être transmis par les octets MSP, l'unité ONU n'interrompt pas la commutation pour le flux amont si une défaillance du signal ou une dégradation du signal est détectée pour le flux aval, même si le verrouillage du canal de travail est souhaité. Le verrouillage de la commande de protection peut donc être utilisé pour verrouiller la commande de canal de travail.

La commande exercice n'est pas autorisée afin d'empêcher une commutation inutile.

Au vu des considérations susmentionnées, les commandes suivantes sont spécifiées pour la capacité de survie B-PON:

- libération;
- verrouillage de protection;
- commutation forcée;
- commutation manuelle.

A.4 Séquence de commutation

Concernant la transmission du message PST, seul le message PST du côté protection est utilisé. Si le message PST reçu comprend un résultat de contrôle CRC non valide ou une détection de défaillance sur les deux lignes, la terminaison OLT et l'unité ONU doivent sélectionner le côté travail.

A.4.1 Exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Lorsque la section de protection n'est pas utilisée, la mention du canal nul est indiquée sur les deux octets envoyés K1 et K2. Le canal de travail doit être ponté et bascule vers la section de travail au niveau de la section de tête. Le canal nul est ponté et bascule vers la section de protection au niveau de la terminaison de tête.

Lorsqu'une condition de panne est détectée au niveau de l'unité ONU, l'octet K1 de la section de protection en signale le degré de priorité à la terminaison OLT. La dérivation et la commutation ont également lieu au niveau de l'unité ONU. L'octet K2 indique le nouveau statut du pont.

L'octet reçu K1 est comparé à la demande locale au niveau de la terminaison OLT. Le degré de priorité le plus élevé est choisi lorsque l'octet K1 correspond au numéro de canal. La dérivation et la commutation ont également lieu au niveau de la terminaison OLT. L'octet K2 indique le nouveau statut du pont.

Si une seule défaillance survient dans l'unité ONU, l'opération de commutation est menée à terme.

Lorsqu'une condition de défaillance est détectée au niveau de la terminaison OLT, l'octet K1 de la section de protection signale le degré de priorité à l'unité ONU. La dérivation et la commutation ont également lieu au niveau de la terminaison OLT. L'octet K2 indique le nouveau statut du pont.

L'octet reçu K1 est comparé à la demande locale au niveau de l'unité ONU. L'ordre de commutation est exécuté car son degré de priorité est le plus élevé. L'octet K1 de l'unité ONU signale à la terminaison OLT le degré de priorité le plus élevé au niveau l'unité ONU. L'octet K2 indique également l'état de commutation au niveau de l'unité ONU.

La terminaison OLT confirme l'état de commutation de l'unité ONU grâce à l'octet K2 reçu. Dès qu'une défaillance apparaît dans la terminaison OLT, l'opération de commutation est menée à terme.

Lorsqu'elle détecte une défaillance du signal, l'unité ONU interrompt le signal amont. Ce mécanisme fait partie du diagramme d'état de mesure de la distance et permet de notifier rapidement une défaillance à la terminaison OLT. Lorsque la défaillance est résorbée, la terminaison OLT ou l'unité ONU envoie à l'entité adverse, via l'octet K1, la notification attente de retour à l'état initial. Après expiration du temporisateur WTR, la terminaison OLT envoie la demande non-retour à l'état initial ou pas de demande, et l'unité ONU envoie la notification demande de retour à l'état initial ou la notification pas de demande, suivant le statut du pont. Dans le cas du mode non réversible, l'utilisation d'un temporisateur est facultative. Si aucune temporisation n'est utilisée, le message de non-retour à l'état initial est envoyé après cessation de la défaillance.

Le Tableau A.1 illustre les considérations susmentionnées.

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 1 Défaillance du signal vers l'amont puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		11000001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		00100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Résorption de la défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT. Mode non réversible.		01100001/00011101		
			00010001/00011101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".
		00100001/00011101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 2 Dégradation du signal vers l'amont puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		10100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		00100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Résorption de la défaillance du signal. Mode non réversible.		01100001/00011101		
			00010001/00011101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 3 Défaillance du signal vers l'amont puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de protection.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT.		11000000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		00100001/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
	Résorption de la défaillance du signal. Mode non réversible.		01100000/00001101		
			00000000/00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".
		00000000/00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 4 Dégradation du signal vers l'amont puis retour à la normale dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de protection.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		10100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		00100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
	Résorption de la défaillance du signal. Mode non réversible.		01100000/00001101		
			00000000 00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".
		00000000/00001101			

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 5 Défaillance du signal vers l'aval puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000 00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	11000001/00011101		Interruption du signal vers l'amont dans la section de travail au niveau de l'unité ONU. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		11000001/00011101		Détection de l'événement LOSi. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
	Résorption de la défaillance du signal au niveau de la terminaison OLT et au niveau de l'unité ONU.	01100001/00011101	01100001/00011101	Rétablissement du signal vers l'amont après mesure de la distance.	
			00010001/00011101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".
		00100001/00011101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 6 Dégradation du signal vers l'aval puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	10100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
			00100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
	Résorption de la dégradation du signal au niveau de l'unité ONU.	01100001/00011101			
			00010001/00011101		
			00100001/00011101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 7 Défaillance du signal vers l'aval puis retour à la normale dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de protection.	00100001 00011101	00010001/00011101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU.	11000000/00001101		Interruption du signal vers l'amont dans la section de protection. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
			11000000/00001101		Détection de l'événement LOSi. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
	Résorption de la défaillance du signal.	01100000/00001101	01100000/00001101		
			00000000/00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".
		00000000/00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 8 Dégradation du signal vers l'aval puis retour à la normale dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de protection.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU.	10100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
			00100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
	Résorption de la dégradation du signal au niveau de l'unité ONU.	01100000/00001101			
		00000000/00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".	
			00000000/00001101		

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 9 Défaillance du signal vers l'amont dans la section de travail et dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		11000000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		00100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
n° 10 Dégradation du signal vers l'amont dans la section de travail et dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection de dégradations du signal dans la section de travail et dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT.		10100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		00100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 11 Défaillance du signal vers l'amont dans la section de travail et dégradation du signal vers l'amont dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans le canal de travail au niveau de la terminaison OLT. Détection également d'une dégradation du signal dans le canal de protection au niveau de la terminaison OLT.		11000001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		00100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 12 Défaillance du signal vers l'aval dans la section de travail et dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU. Détection également d'une défaillance du signal dans le canal de protection au niveau de l'unité ONU.	11000000/00001101		Interruption du signal vers l'amont dans la section de travail et dans la section de protection. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
			11000000/00001101		Détection d'un événement LOSi dans la section de travail et dans la section de protection. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 13 Défaillance du signal vers l'aval dans la section de travail et dégradation du signal vers l'aval dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU. Détection également d'une dégradation du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU.	11000001/00011101		Interruption du signal vers l'amont dans la section de travail. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
			11000001/00011101		Détection de l'événement OSi. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
n° 14 Dégradation du signal vers l'aval dans la section de travail et dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection de dégradations du signal dans la section de travail et dans la section de protection.	10100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
			00100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 15 Défaillance du signal vers l'amont dans la section de protection et défaillance du signal vers l'aval dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU. Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT.	11000001/00011101	11000000/00001101	Interruption du signal vers l'amont dans la section de travail. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		11000001/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 16 Défaillance du signal vers l'amont dans la section de protection et dégradation du signal vers l'aval dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	11000001/00011101	11000000/00001101	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		11000001/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 17 Dégradation du signal vers l'amont dans la section de protection et défaillance du signal vers l'aval dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	11000001/00011101	10100000/00001101	Interruption du signal vers l'amont dans la section de travail. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
			11000001/00011101		Détection d'un événement LOSi dans la section de travail. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 18 Dégradation du signal vers l'amont dans la section de protection et dégradation du signal vers l'aval dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	10100001/00011101	10100000/00001101	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		10100001/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 19 Défaillance du signal vers l'amont dans la section de travail et défaillance du signal vers l'aval dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU.	11000000/00001101	11000001/00011101	Interruption du signal vers l'amont dans la section de protection. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.		11000000/00001101		Détection d'un événement LOSi dans la section de protection. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 20 Dégradation du signal vers l'amont dans la section de travail et défaillance du signal vers l'aval dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU.	11000000/00001101	10100001/00011101	Interruption du signal vers l'amont dans la section de protection. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
	Détection également d'une défaillance du signal dans la section de protection au niveau de la terminaison OLT.		11000000/00001101		Détection d'un événement LOSi dans la section de protection. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 21 Défaillance du signal vers l'amont dans la section de travail et dégradation du signal vers l'aval dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une dégradation du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU.	10100000/00001101	11000001/00011101	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		10100000/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 22 Dégradation du signal vers l'amont dans la section de travail et dégradation du signal vers l'aval dans la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT. Détection d'une dégradation du signal dans la section de protection au niveau de l'unité ONU.	10100000/00001101	10100001/00011101	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
			10100001/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
n° 23 Commutation forcée vers la section de protection	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Ordre de commutation manuelle.		11100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		00100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 24 Commutation forcée vers la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de protection.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Ordre de commutation manuelle.		11100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		00100000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
			00000000/00001101		
		00000000/00001101			

Tableau A.1/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 25 Commutation manuelle et dégradation du signal vers l'aval dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de protection.	00100001/00011101	00010001/00011101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU. Ordre de commutation manuelle.	10100001/00011101	10000000/00001101	Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Priorité plus élevée de la dégradation du signal comparée à celle de la commutation manuelle.	10100001/00011101	10000000/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection après réception de la réponse en provenance de l'unité ONU.
	Défaillance causée par la commutation manuelle.	10100001/00011101	00010001/00011101		

A.4.2 Exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode réversible

La différence entre le mode réversible et le mode non réversible a trait au comportement du système après le retour à la normale depuis une condition de défaillance du signal ou de dégradation du signal dans la section de travail.

Le Tableau A.2 illustre le comportement du système en mode réversible.

Tableau A.2/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 1 Retour à la normale après défaillance du signal vers l'amont dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		11000001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		00100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Résorption de la défaillance du signal au niveau de la terminaison OLT. Mode réversible.		01100001/00011101		
			00000000/00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial". Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		00000000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	

Tableau A.2/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 2 Dégradation du signal vers l'aval puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00001101	00000000/00001101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	10100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
			00100001/00011101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
	Résorption de la dégradation du signal au niveau de l'unité ONU.	01100001/00011101			
		00000000/00001101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial". Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
			00000000/00001101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.

A.4.3 Exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode non réversible

L'exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode non réversible se différencie de l'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode non réversible par le codage de l'octet K2. Le comportement du système est identique dans ces cas.

Le Tableau A.3 illustre le comportement du système pour une exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode non réversible.

Tableau A.3/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 1 Défaillance du signal vers l'amont puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		11000001/00010101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		00100001/00010101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Résorption de la défaillance du signal au niveau de la terminaison OLT. Mode non réversible.		01100001/00010101		
			00010001/00010101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".
		00100001/00010101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial".	

Tableau A.3/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode non réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 2 Défaillance du signal vers l'aval puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	11000001/00010101		Interruption du signal vers l'amont dans la section de travail au niveau de l'unité ONU. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		11000001/00010101		Détection de l'événement LOSi. Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
			01100001/00010101		
	Résorption de la défaillance du signal au niveau de la terminaison OLT et au niveau de l'unité ONU.	01100001/00010101	01100001/00010101	Retour à la normale pour le signal vers l'amont après mesure de la distance.	

A.4.4 Exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode réversible

L'exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode réversible se différencie de l'exploitation bidirectionnelle 1:1 en mode réversible par le codage de l'octet K2. Le comportement du système est identique dans ces deux cas.

Le Tableau A.4 illustre le comportement du système pour une exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode réversible.

Tableau A.4/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 1 Retour à la normale après défaillance du signal vers l'amont dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Détection d'une défaillance du signal dans la section de travail au niveau de la terminaison OLT.		11000001/00010101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
		00100001/00010101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
	Résorption de la défaillance du signal au niveau de la terminaison OLT. Mode réversible.		01100001/00010101		
			00000000/00000101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial". Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.
		00000000/00000101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	

Tableau A.4/G.983.5 – Exemple d'exploitation bidirectionnelle 1+1 en mode réversible

Scénario	Condition ou état de défaillance	Octets K1/K2		Action	
		ONU→OLT	OLT→ONU	ONU	OLT
n° 2 Dégradation du signal vers l'aval puis retour à la normale dans la section de travail	Pas de défaillance. Acheminement du trafic dans la section de travail.	00000000/00000101	00000000/00000101		
	Détection d'une dégradation du signal dans la section de travail au niveau de l'unité ONU.	10100001/00010101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.	
			00100001/00010101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de protection.
	Résorption de la dégradation du signal au niveau de l'unité ONU.	01100001/00010101			
		00000000/00000101		Expiration du temporisateur "attente de retour à l'état initial". Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.	
			00000000/00000101		Dérivation et commutation du canal de travail vers la section de travail.

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