



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.664

(06/99)

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

Caractéristiques des supports de transmission –
Caractéristiques des composants et sous-systèmes
optiques

**Procédures et prescriptions de sécurité optique
applicables aux systèmes de transport optiques**

Recommandation UIT-T G.664

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	
Généralités	G.600–G.609
Paires symétriques en câble	G.610–G.619
Câbles terrestres à paires coaxiales	G.620–G.629
Câbles sous-marins	G.630–G.649
Câbles à fibres optiques	G.650–G.659
Caractéristiques des composants et sous-systèmes optiques	G.660–G.699
SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES	
EQUIPEMENTS TERMINAUX	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

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

RECOMMANDATION UIT-T G.664

PROCEDURES ET PRESCRIPTIONS DE SECURITE OPTIQUE APPLICABLES AUX SYSTEMES DE TRANSPORT OPTIQUES

Résumé

La présente Recommandation établit un certain nombre de lignes directrices et de prescriptions concernant les techniques permettant d'assurer des conditions de travail optiquement sûres (risque 3A ou inférieur) au niveau des interfaces optiques des réseaux de transport optiques, systèmes classiques à hiérarchie numérique synchrone inclus, dans le cas d'équipements installés dans des zones contrôlées. Pour les applications à hiérarchie numérique synchrone, une procédure universelle de coupure et de réallumage automatique du laser est spécifiée. Le texte clarifie par ailleurs la publication CEI 60825 relative à la sécurité des appareils optiques.

Source

La Recommandation UIT-T G.664, élaborée par la Commission d'études 15 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 22 juin 1999 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

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

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

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

Dans certains secteurs 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, le terme *exploitation reconnue (ER)* désigne tout particulier, toute entreprise, toute société ou tout organisme public qui exploite un service de correspondance publique. Les termes *Administration*, *ER* et *correspondance publique* sont définis dans la *Constitution de l'UIT (Genève, 1992)*.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

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

© UIT 1999

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

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives 1
3	Termes et définitions 2
3.1	Définitions 2
3.2	Termes définis dans d'autres Recommandations 2
4	Abréviations..... 2
5	Observations générales sur la sécurité optique 3
6	Procédures..... 4
6.1	Observations générales 4
6.2	Systèmes SDH point à point à un seul canal sans amplificateurs de ligne 5
6.3	Système SDH point à point monocanal avec amplificateurs de lignes..... 9
6.4	Applications multicanal et OTN..... 10
6.5	Applications bidirectionnelles 12

Recommandation G.664

PROCEDURES ET PRESCRIPTIONS DE SÉCURITÉ OPTIQUE APPLICABLES AUX SYSTEMES DE TRANSPORT OPTIQUES

(Genève, 1999)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation établit un certain nombre de lignes directrices et de prescriptions concernant les techniques permettant d'assurer des conditions de travail optiquement sûres (risque 3A ou inférieur) au niveau des interfaces optiques des réseaux de transport optiques, systèmes classiques à hiérarchie numérique synchrone compris, dans le cas d'équipements installés dans des zones contrôlées. Pour assurer une compatibilité associative, c'est-à-dire la possibilité d'utiliser dans une même section optique des équipements provenant de plusieurs fabricants, la présente Recommandation définit également des procédures de coupure automatique du laser (ALS, *automatic laser shutdown*) et de réduction automatique de puissance (APR, *automatic power reduction*) applicables au niveau des interfaces optiques lorsque les limites de sécurité optique définie dans les normes établies sont dépassées. De plus, on y précise le sens de coupure automatique de puissance (APSD, *automatic power shutdown*) qui est une expression équivalente. La définition des procédures de sécurité optique applicables au réseau d'accès optique est considérée comme en dehors du domaine de la présente Recommandation.

Les principaux domaines d'application sont les systèmes de lignes à hiérarchie numérique synchrone classiques (sans amplificateurs optiques) définis dans la Recommandation G.957, les systèmes de lignes à hiérarchie numérique synchrone dotés d'amplificateurs optiques et les systèmes conçus pour le réseau de transport optique.

Les conséquences techniques des transmissions bidirectionnelles décrites dans la Recommandation G.692 sont également considérées.

Par souci de rétrocompatibilité avec des Recommandations qui ne sont plus en vigueur dans le domaine de la sécurité optique, la présente Recommandation établit, outre des impératifs, des options concernant les procédures de sécurité applicables dans le cas de systèmes SDH à un seul canal ou multicanaux avec amplificateurs de lignes.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en font 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 en vigueur est régulièrement publiée.

- Recommandation UIT-T G.662 (1998), *Caractéristiques génériques des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs à fibres optiques.*
- Recommandation UIT-T G.692 (1998), *Interfaces optiques pour systèmes multicanaux avec amplificateurs optiques.*
- Recommandation UIT-T G.783 (1997), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone.*

- Recommandation UIT-T G.872 (1999), *Architecture des réseaux optiques de transport*.
- Recommandation UIT-T G.957 (1995), *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone*.
- Publication CEI 60825-1 (1998), *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*.
- Publication CEI 60825-2 (1993), *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques*.

3 Termes et définitions

3.1 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1.1 coupure automatique du laser (ALS, *automatic laser shutdown*): technique (procédure) permettant de couper automatiquement la sortie des émetteurs lasers et des amplificateurs optiques de façon à éviter une exposition à des niveaux de risque élevés.

3.1.2 réduction automatique de puissance (APR, *automatic power reduction*): technique (procédure) permettant de réduire automatiquement la puissance de sortie des amplificateurs optiques de façon à éviter une exposition à des niveaux de risque élevés.

3.1.3 coupure automatique de puissance (APSD, *automatic power shutdown*): technique (procédure) permettant de couper automatiquement la puissance de sortie des amplificateurs optiques de façon à éviter une exposition à des niveaux de risque élevés; dans le contexte de la présente Recommandation, les termes APSD et ALS sont équivalents.

3.1.4 trajet principal (optique): liaison à fibre optique entre le point S ou S' de l'équipement émetteur et le point R ou R' de l'équipement récepteur.

3.1.5 interfaces de trajet principal: interfaces de liaison avec les liaisons à fibres optiques.

3.2 Termes définis dans d'autres Recommandations

Les termes suivants, définis dans d'autres Recommandations de l'UIT-T, sont utilisés dans la présente Recommandation:

perte de signal (LOS, <i>loss of signal</i>)	Recommandation G.783
section multiplex optique (OMS, <i>optical multiplex section</i>)	Recommandation G.872
canal de surveillance optique (OSC, <i>optical supervisory channel</i>)	Recommandation G.692
section de transmission optique (OTS, <i>optical transmission section</i>)	Recommandation G.872

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ALS	coupure automatique du laser (<i>automatic laser shutdown</i>)
APR	réduction automatique de puissance (<i>automatic power reduction</i>)
APSD	coupure automatique de puissance (<i>automatic power shutdown</i>)
BA	suramplificateur (<i>booster amplifier</i>)
dLOS	défaut de perte de signal (<i>loss of signal defect</i>)

LA	amplificateur de ligne (<i>line amplifier</i>)
LOC-OTS	perte de continuité sur section de transmission optique (<i>loss of continuity on optical transmission section</i>)
LOS	perte de signal (<i>loss of signal</i>)
MPI	interface de trajet principal (<i>main path interface</i>)
MPI-R	point de référence d'interface de trajet principal à la réception (<i>receive main path interface reference point</i>)
MPI-S	point de référence d'interface de trajet principal source (<i>source main path interface reference point</i>)
OAR	récepteur à amplification optique (<i>optically amplified receiver</i>)
OAT	émetteur à amplification optique (<i>optically amplified transmitter</i>)
OMS	section multiplex optique (<i>optical multiplex section</i>)
OSC	canal de surveillance optique (<i>optical supervisory channel</i>)
OTN	réseau de transport optique (<i>optical transport network</i>)
OTS	section de transmission optique (<i>optical transmission section</i>)
PA	préamplificateur (<i>pre-amplifier</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
WDM	multiplexage par répartition en longueur d'onde (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Observations générales sur la sécurité optique

Le présent paragraphe précise la différence entre la notion de "Classe" d'appareil à laser, au sens de la publication CEI 60825-1 et la notion de "Niveau de risque laser", définie dans la publication CEI 60825-2.

classe: la notion de "Classe" se rapporte à un système de classification des produits ou émetteurs internes en fonction de critères de sécurité et sur la base de niveaux d'émission. Les niveaux d'émission sont définis dans les Tableaux des compositions maximales permises (EMP) de la publication CEI 60825 Partie 1. On distingue quatre catégories de classes, des appareils sûrs dans des conditions raisonnablement prévisibles aux appareils présentant le niveau de risque le plus élevé. Au sens de la publication CEI 60825 Partie 1, la classification des produits suppose des conditions d'exploitation normales.

niveau de risque: l'expression "Niveau de risque", au sens de la publication CEI 60825 Partie 2, se rapporte au risque pouvant être occasionné par les émissions d'un appareil à laser faisant partie d'un système de communication de bout en bout par fibres optiques, en tout lieu accessible pendant le fonctionnement du système, en cas de panne ou en cas de rupture de connexion d'une fibre. L'évaluation du niveau de risque se fait par référence aux Tableaux des EMP de la publication CEI 60825 Partie 1.

L'Annexe A de la publication CEI 60825 Partie 2 précise par ailleurs: "un système de télécommunication par fibres optiques dans son ensemble ne sera pas classé de la même façon selon les prescriptions de la CEI 60825-1. Cela est dû au fait que, lors de mise en service intentionnelle, le rayonnement optique est totalement enfermé et il peut être avancé qu'une interprétation rigoureuse de la CEI 60825-1 attribuerait la classe 1 à tous les systèmes, ce qui peut ne pas refléter de manière précise le risque potentiel".

Ainsi, un système dans son ensemble peut être considéré comme un appareil à laser de classe 1, du fait que dans des conditions normales les émissions sont totalement enfermées (comme dans le cas d'une imprimante laser par exemple) et qu'aucune lumière ne devrait s'échapper de l'enceinte. Ce n'est que lorsqu'il y a rupture de fibre ou qu'un connecteur optique est débranché qu'une personne pourrait être exposée à un niveau d'émission lumineuse potentiellement dangereux dans le cas d'émetteurs internes de puissance suffisante.

En conséquence, il faut évaluer le niveau de risque associé à chaque sortie optique. Les limites de niveau de risque dépendent de la fourchette de longueurs d'ondes "dominante", puisque la publication CEI 60825-1 définit différentes limites d'émission acceptables LEA pour différentes gammes de longueurs d'ondes. Pour de plus amples détails, se reporter à cette norme. Par ailleurs, la publication CEI 60825-2 autorise l'utilisation d'une réduction automatique de la puissance pour abaisser le niveau de risque, selon le niveau de puissance appliqué en service et la rapidité de la réduction automatique de puissance. La présente Recommandation décrit également des techniques de coupure automatique du laser (dans le cas de systèmes SDH) qui répondent au même objectif, à savoir garantir la sécurité de l'environnement de travail.

NOTE – Depuis quelques années, on utilise également l'expression coupure automatique de puissance (APSD, *automatic power shutdown*) pour les systèmes avec amplificateurs optiques. Dans la présente Recommandation, on emploiera le sigle ALS, utilisé depuis plus longtemps, tout en notant l'équivalence APSD-ALS.

Il convient par ailleurs de noter que, pour l'évaluation du niveau de risque, seuls les niveaux de puissance pouvant être observés dans des conditions raisonnablement prévisibles doivent être pris en considération. La publication CEI 60825-2 donne un exemple qui permet de faire la différence entre des conditions raisonnablement prévisibles et des conditions non raisonnablement prévisibles.

Aux fins de la présente Recommandation, on suppose que l'équipement de transmission optique en général (et l'équipement SDH en particulier) sera toujours installé dans des lieux à accès surveillé et à accès restreint. La publication CEI 60825-2 précise que le niveau de risque de l'équipement ne doit pas dépasser la valeur 3A dans les lieux à accès restreint et 3B dans des lieux à accès surveillé. Cette même norme spécifie d'autres conditions applicables aux lieux à accès surveillé, qui n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Dans les systèmes dont la puissance optique dans la fibre dépasse les niveaux potentiellement dangereux 3A dans des lieux à accès restreint et 3B dans des lieux à accès surveillé, il convient d'utiliser les techniques APR ou ALS afin de ramener, en toute fiabilité, la puissance d'exploitation à un niveau inférieur au niveau de sécurité applicable en fonction du type d'emplacement. Les conditions à respecter sont définies plus en détail dans le paragraphe 6.

La publication CEI 60825-2 permet de préciser par ailleurs que, dans tout système qui présenterait un niveau de risque trop élevé sans réduction automatique de puissance, le système de réduction automatique de la puissance doit être constamment actif et ne doit donc pas être désactivé.

6 Procédures

6.1 Observations générales

La publication CEI 60825-1 et la publication CEI 60825-2 indiquent que, pour des raisons de sécurité oculaire, il peut être nécessaire de prévoir un système de réduction automatique de la puissance (optique) (système APR) en cas de perte de puissance optique dans une section du trajet optique principal. Une telle perte de puissance peut être occasionnée par exemple par une rupture de câble, une panne d'équipement, le débranchement d'un connecteur, etc. Pour faciliter le rétablissement rapide du fonctionnement du système après rétablissement de la liaison proprement dite, on prévoit une procédure de redémarrage automatique (ou manuel), qui sera examinée plus bas.

Comme nous l'avons dit au paragraphe 5, il n'est pas nécessaire de prévoir un système de réduction automatique de la puissance pour des systèmes de niveaux de risque 1 et 3A, selon la publication CEI 60825-2. Un tel système n'est pas non plus nécessaire pour les systèmes de niveau de risque 3B dans les installations à accès surveillé. Toutefois, dans les systèmes SDH point à point à un seul canal, pour procéder à la mise hors tension des suramplificateurs et des préamplificateurs autonomes, il peut être utile de prévoir également une fonction de coupure dès la valeur de risque 1 au niveau des interfaces optiques 1550 nm des liaisons grande distance, comme spécifié dans la Recommandation G.957 (pour de plus amples détails, voir 6.2).

Pour des raisons de rétrocompatibilité avec certaines Recommandations qui ne sont plus en vigueur, on établira ci-après une distinction entre les systèmes SDH point à point à un seul canal sans amplificateur de ligne, les systèmes SDH avec amplificateurs de ligne et les systèmes multicanaux en général (y compris toutes les applications de transport optique).

6.2 Systèmes SDH point à point à un seul canal sans amplificateurs de ligne

On spécifie ici pour les systèmes SDH à un seul canal une procédure de coupure automatique et de réallumage du laser (ALS, *automatic laser shutdown*) compatible avec les critères de sécurité optique des interfaces optiques à compatibilité associative. Les interfaces optiques spécifiées dans la Recommandation G.957 présentant en principe un niveau de risque 1 lorsqu'elles sont conçues de façon adéquate, la procédure décrite dans le présent paragraphe vise essentiellement les systèmes SDH dotés soit de suramplificateurs et de préamplificateurs optiques autonomes, soit d'émetteurs à amplification optique (OAT, *optically amplified transmitter*) et de récepteurs à amplification optique (OAR, *optically amplified receiver*) dont la puissance de sortie, dans les conditions de service, se traduit par un niveau de risque 3B pour des installations à accès restreint. L'adaptation de cette procédure à des systèmes comportant en outre des amplificateurs de ligne optiques est décrite au 6.3.

NOTE 1 – La procédure ALS exposée dans le présent sous-paragraphe, en particulier en ce qui concerne les constantes de temps connexes, ne peut fonctionner correctement que si aucun équipement supplémentaire n'est présent entre le point R et le point S de l'interface de trajet principal (voir Figure 2).

Dans sa configuration la plus simple, un système SDH monocanal comprend par exemple deux équipements d'extrémité (est et ouest) et une chaîne de régénérateurs (Figure 1). On suppose que les interfaces optiques entre ces équipements d'extrémités et ces régénérateurs sont conformes à la Recommandation G.957. Le système peut par ailleurs comporter des suramplificateurs optiques et des préamplificateurs qui améliorent le rendement énergétique de ces interfaces.

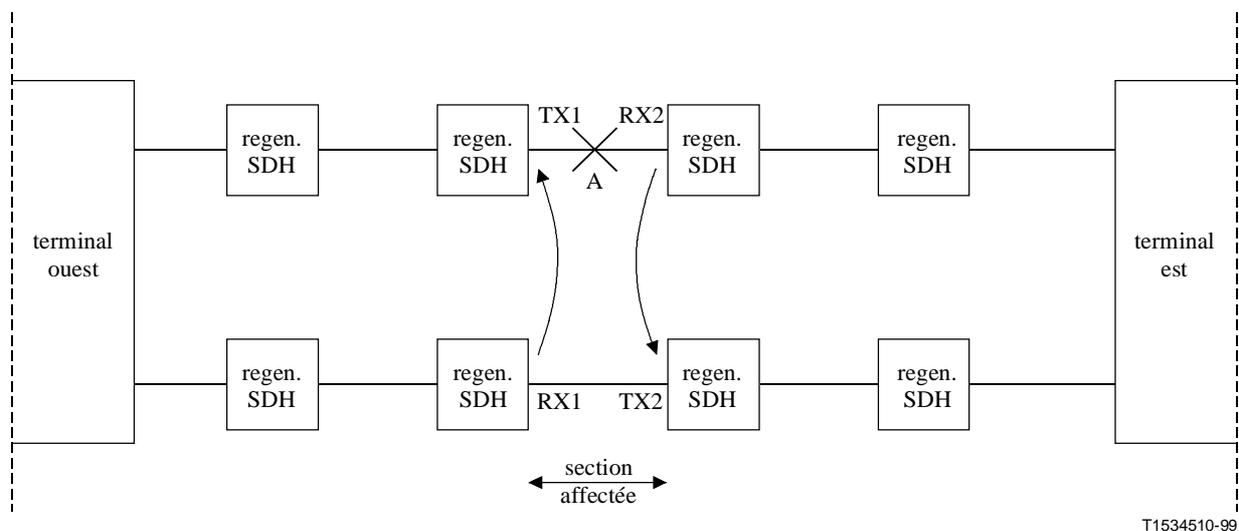


Figure 1/G.664 – Détail du fonctionnement ALS en cas de rupture de câble dans une chaîne de régénérateurs SDH

La Figure 2 illustre la configuration de référence d'une seule section de ce montage.

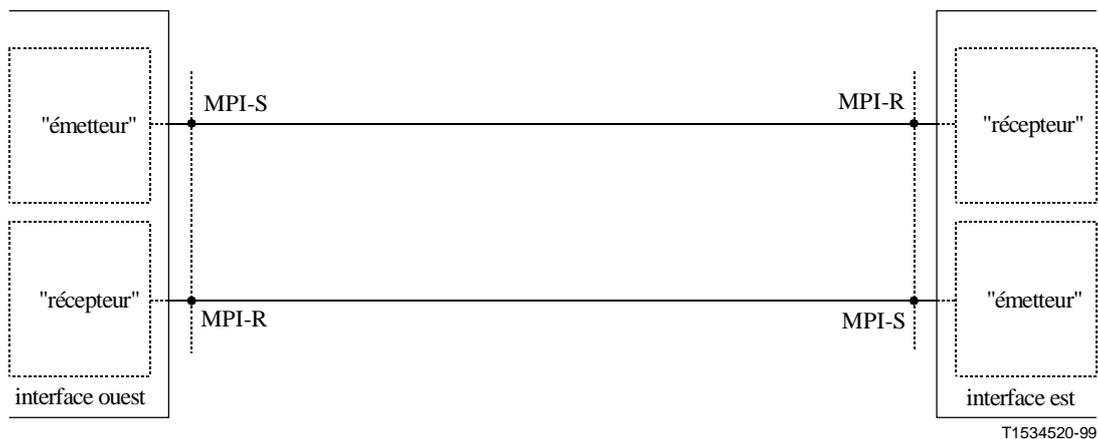


Figure 2/G.664 – Description de la capacité ALS: configuration de référence

A la Figure 2, l'"émetteur" peut être un émetteur conforme à la Recommandation G.957 (spécifié au point de référence S) ou comprendre une amplification optique qui permet d'accroître la puissance de sortie (émetteur à amplification optique ou suramplificateur combinés, avec adaptation de l'équipement selon la Recommandation G.957). Par ailleurs, le "récepteur" peut être soit un récepteur conforme à la Recommandation G.957 (spécifié au point de référence R) ou comprendre une préamplification optique (récepteur à amplification optique ou préamplificateur combinés, avec adaptation de l'équipement selon la Recommandation G.957). Les interfaces "ouest" et "est" peuvent faire partie des équipements d'extrémité ou des régénérateurs électriques.

Lorsqu'une rupture de câble se produit au point A de la Figure 1, le défaut de perte de signal (dLOS, *loss of signal defect*) que l'on observe alors au niveau du récepteur "conventionnel" RX₂ sert à déclencher la coupure de l'émetteur "conventionnel" TX₂ qui est l'équipement associé en sens inverse. On observe alors un dLOS au niveau du récepteur "conventionnel" RX₁, qui à son tour provoque la coupure de l'émetteur "conventionnel" TX₁. Après la mise hors tension, la puissance de sortie de l'émetteur est suffisamment basse pour entraîner un dLOS au niveau du récepteur. La définition de la perte de signal est donnée dans la Recommandation G.783. Dans tous les cas, seule la section concernée peut être mise hors tension (Figure 1).

Après au moins 500 ms de présence continue du défaut de perte de signal, la commande de coupure est effectivement activée, et l'on observe alors une réduction de la puissance de sortie optique au niveau du point MPI-S dans un délai de 800 ms à compter de la perte du signal optique au point MPI-R.

NOTE 2 – La coupure totale des émetteurs "conventionnels" n'est pas requise en vertu de la publication CEI 60825-2, mais elle est nécessaire dans ce cas (autrement, la perte de signal pourrait ne pas être détectée au niveau du récepteur "conventionnel"). La puissance de sortie résiduelle des amplificateurs optiques concernés après coupure des émetteurs "conventionnels" devra respecter le niveau de risque 3A pour ce qui est des installations d'accès restreint, et il convient de noter ici que cette disposition n'exclut aucunement une réduction au niveau de risque 1 (ni la possibilité de mise hors circuit complète).

On suppose que les suramplificateurs optiques fonctionnent en configuration maître/esclave, c'est-à-dire que la sortie est coupée lorsque le signal d'entrée disparaît et que la sortie est rétablie lorsque le signal d'entrée est de nouveau présent. Il n'est pas nécessaire de couper la sortie du préamplificateur lorsque cet équipement présente un niveau de risque 1 ou 3A dans des conditions raisonnablement prévisibles au sens du paragraphe 5.

La Figure 3 expose sous forme d'un diagramme conceptuel la procédure de coupure automatique du laser et de redémarrage. Il convient de noter que cette figure n'est pas un diagramme d'état. Le détail des temps de réaction connexes est donné à la Figure 4.

NOTE 3 – Une coupure automatique du laser ne doit pas être incompatible avec la capacité de localisation des défauts par section en cas de perte de signal, occasionnée au niveau de l'émetteur ou du récepteur, par d'autres causes qu'une rupture de câble.

Lorsque la connexion est réparée, il est nécessaire de rétablir la transmission au niveau de l'émetteur 1 ou de l'émetteur 2 (Figure 3) de façon automatique ou manuelle. Le redémarrage d'un système mis hors tension se fait par déclenchement d'une impulsion de réinitialisation (niveau de risque 3A, niveau de risque 1 non exclu) qui permet de minimiser le risque d'exposition à des niveaux de puissance excessifs.

NOTE 4 – On ne doit pas en déduire que le redémarrage automatique et le redémarrage manuel doivent être déclenchés en même temps.

NOTE 5 – Dans la Figure 3, le temps de réaction minimal entre les impulsions de réinitialisation est de 100 s; toutefois dans un souci de rétrocompatibilité avec des Recommandations qui ne sont plus en vigueur, on peut observer un temps de réaction minimal de 60 s si la puissance optique de l'impulsion de réinitialisation est inférieure de 3 dB à celle autorisée pour le temps de réaction minimal de 100 s. Aux termes de la publication CEI 60825, l'énergie totale de toutes les impulsions comprises dans une durée de 100 s doit être prise en ligne de compte pour calculer le niveau de risque.

Le temps de réactivation de la combinaison "émetteur"/"récepteur" (Figure 1), c'est-à-dire le décalage entre l'entrée "récepteur" (point MPI-R) et la sortie émetteur (point MPI-S) doit être inférieur à 0,85 s. Ce temps de réaction de 0,85 s correspond au temps qui s'écoule entre l'instant où la lumière pénètre dans le "récepteur" au point MPI-R et l'instant où l'"émetteur" commence à émettre au point MPI-S lorsque l'"émetteur" était hors circuit. La réinitialisation des amplificateurs optiques doit être suffisamment lente (dans les limites du temps d'activation), de telle sorte que les surcharges optiques soient évitées, dans la mesure du possible.

La valeur maximale du temps de désactivation des suramplificateurs et des préamplificateurs sera de 100 ms. La durée maximale d'activation d'un suramplificateur et d'un préamplificateur sera respectivement de 100 ms et 300 ms.

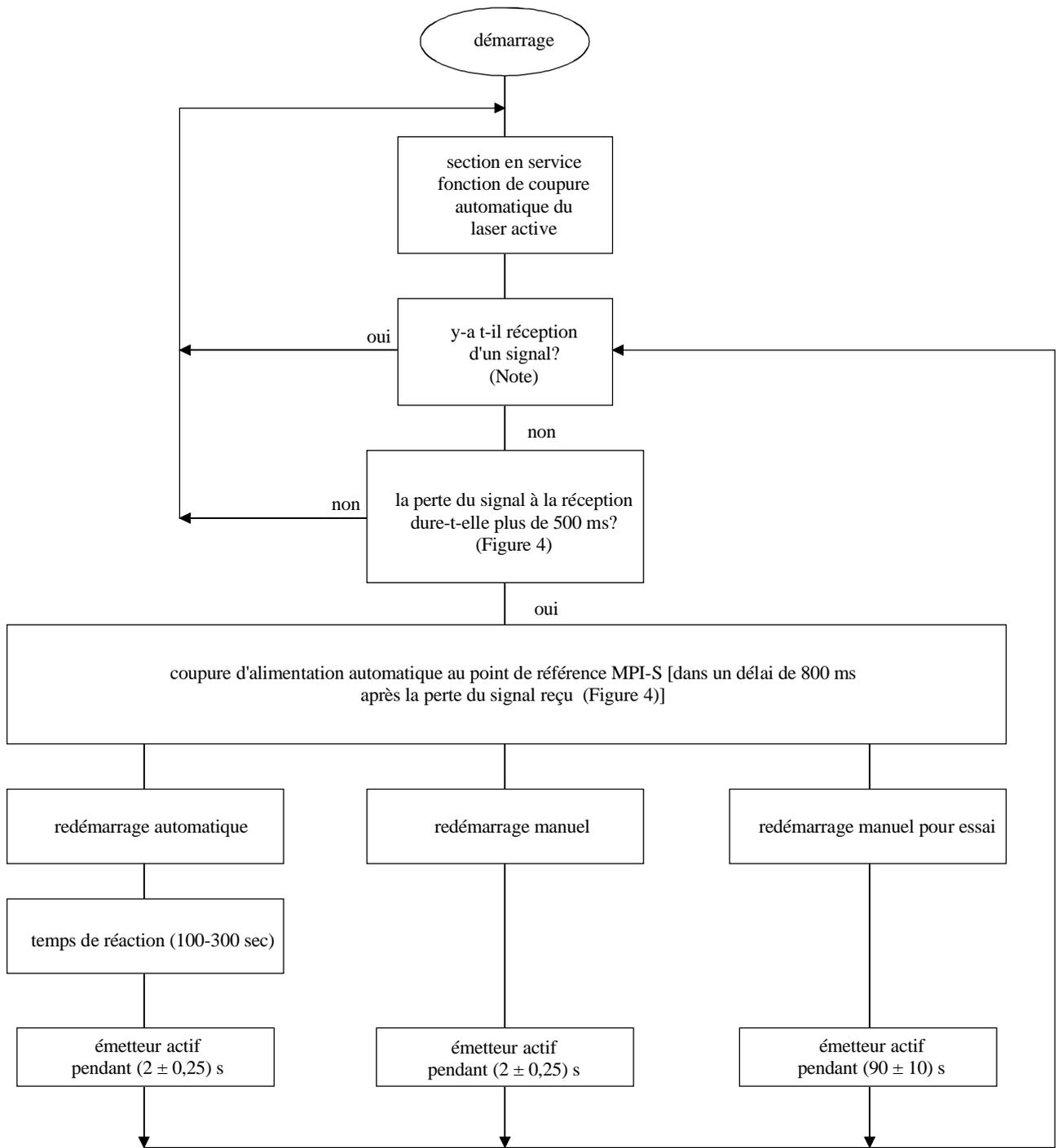
Les différentes constantes de temps sont résumées dans le Tableau 1.

Pour les opérations d'essai et le contrôle, on peut désactiver les mécanismes de coupure en procédant à une commutation manuelle du laser.

NOTE 6 – Pendant les opérations de "redémarrage manuel pour essai", on prendra soin de vérifier la connectivité pour éviter toute exposition à des niveaux optiques dangereux, tout particulièrement dans le cas d'équipements de niveau de risque 3B fonctionnant dans des emplacements d'accès restreint. En outre, afin d'éviter une surexposition accidentelle, il est recommandé d'observer un délai suffisant, par exemple 100 s, entre les deux impulsions de réinitialisation manuelle.

Les opérations "Redémarrage manuel" ou "Redémarrage manuel pour essai" ne peuvent être déclenchées que lorsque le laser est coupé.

Dans le cas d'une commutation de protection dans le domaine électrique (par exemple MSP ou MSSPRING), le récepteur d'un canal en service doit couper l'émetteur d'un canal en service. De même, le récepteur d'un canal de protection doit couper l'émetteur d'un canal de protection.



T1530520-99

NOTE – La fonction de "recherche de signal à la réception" est également active lorsque l'émetteur est coupé.

Figure 3/G.664 – Coupure automatique du laser et redémarrage, y compris procédure facultative de test

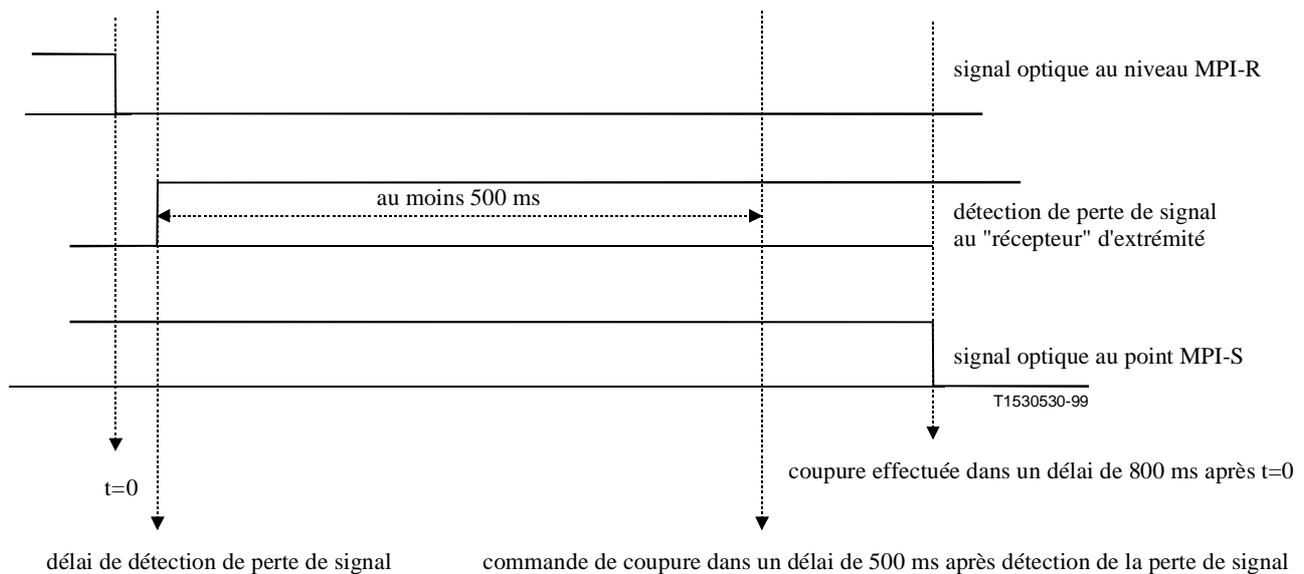


Figure 4/G.664 – Détail des temps de réaction relatifs à la procédure de coupure

Tableau 1/G.664 – Constantes de temps pour la coupure automatique

Constante de temps	Points de référence	Valeur	Note
Temps de réaction à la réactivation du terminal	MPI-R à MPI-S	850 ms max.	
Temps de désactivation du terminal	MPI-R à MPI-S	(550-800) ms	1
Temps de désactivation du suramplificateur	R' à MPI-S	100 ms max	
Temps d'activation du suramplificateur	R' à MPI-S	100 ms max	2
Temps de désactivation du préamplificateur	MPI-R à S'	100 ms max	2
Temps d'activation du préamplificateur	MPI-R à S'	300 ms max	2
Durée d'impulsion pour le redémarrage manuel ou automatique	N/A	(1,75-2,25) s	
Temps de récurrence de l'impulsion pour un redémarrage automatique	N/A	(100-300) s	
NOTE 1 – La condition de perte de signal s'applique même en présence de l'élément ASE.			
NOTE 2 – Les points de référence S' et R' sont spécifiés dans la Recommandation G.662.			

6.3 Système SDH point à point monocanal avec amplificateurs de lignes

Dans certains cas spécifiques (systèmes SDH point à point à un seul canal), on insère des amplificateurs de lignes optiques entre les terminaux SDH conventionnels et les régénérateurs (ces équipements s'ajoutent donc aux surgénérateurs et aux préamplificateurs) pour accroître encore la distance physique entre ces équipements d'extrémité et les régénérateurs. La Figure 5 illustre la configuration de référence de ce type d'application. Dans ce cas, les amplificateurs de ligne sont également en configuration maître/esclave (au 6.2).

Pour des raisons de rétrocompatibilité avec des Recommandations qui ne sont plus en vigueur, les techniques décrites ici assurent également la sécurité d'exploitation des systèmes SDH à

amplificateurs de ligne optique dont les niveaux de puissance en service correspondent au niveau de risque 3B (installations d'accès restreint).

En cas de rupture de câble entre les points MPI-S et MPI-R (voir Figure 5), on met hors circuit non seulement la section concernée mais également les sections comprises entre les points MPI-S et MPI-R. Les amplificateurs de ligne sont caractérisés par des temps d'activation et de désactivation spécifiques (valeurs maximales de respectivement 300 ms et 100 ms). En conséquence, les constantes de temps de coupure et de réinitialisation spécifiées au 6.2 ne sont plus suffisantes pour assurer le bon déroulement de la procédure de coupure automatique.

Pour éviter toute exposition à des niveaux de puissance optique dangereux, tous les amplificateurs (surgénérateurs et amplificateurs de lignes) doivent présenter des temps de désactivation suffisamment courts pour que tous les amplificateurs compris entre les points MPI-S et MPI-R puissent être coupés dans un délai de 3 s à compter de l'interruption effective de la connexion.

Pour le redémarrage automatique de systèmes SDH à amplificateurs de lignes qui ont été coupés, il peut être nécessaire que l'impulsion de redémarrage (définie au 6.2) dépasse le maximum de 2,25 s (valeur type: $9 \pm 0,5$ s), la valeur réelle dépendant du nombre d'amplificateurs de lignes présents. La nouvelle valeur de l'impulsion de réinitialisation dépendra du nombre effectif et de la puissance de sortie des amplificateurs de lignes rajoutés, mais cette question est considérée comme extérieure au domaine d'application de la présente Recommandation. En tout état de cause, l'impulsion de redémarrage présentera un niveau de risque 3A dans le cas de lieux à accès restreint.

NOTE – Le niveau effectif de puissance correspondant au niveau de risque 3A dépend de la durée de l'impulsion de redémarrage: la puissance peut être plus élevée lorsque l'impulsion est très brève.

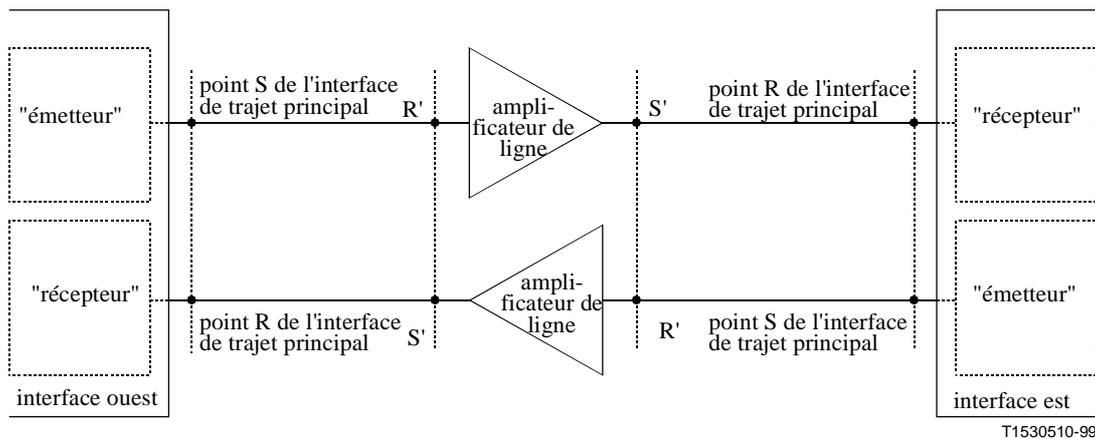


Figure 5/G.664 – Description de la capacité ALS lorsque des amplificateurs de lignes sont présents: configuration de référence

6.4 Applications multicanal et OTN

Dans le présent sous-paragraphe des impératifs de base sont établis concernant les procédures de réduction automatique de la puissance (APR, *automatic power reduction*) et de réinitialisation pour les systèmes multicanaux en général et notamment les applications de réseau de transport optique (OTN, *optical transport network*). Les techniques de réduction automatique de puissance sont requises lorsque la puissance de sortie des interfaces optiques, dans des conditions de service, donne un niveau de risque 3B dans des installations d'accès restreint (publication CEI 60825-2). Après la réduction de puissance, le niveau de puissance total résiduel, à savoir la somme de la puissance fournie par tous les canaux optiques et la puissance fournie par un canal de surveillance optique (OSC, *optical supervisory channel*), doivent respecter le niveau de risque 3A, et il convient de

préciser ici qu'une réduction de la puissance totale au niveau de risque 1 ou même une coupure complète n'est pas exclue.

NOTE 1 – Pour des raisons de rétrocompatibilité, il est permis d'utiliser la procédure ALS décrite au 6.3 (modification de la procédure ALS en ce qui concerne les temps de réaction exposée dans la Figure 6) pour des systèmes multicanaux SDH déjà installés dotés d'amplificateurs de lignes dont les puissances de sortie opérationnelles présentent un niveau de risque 3B (dans le cas de lieux à accès restreint). En l'occurrence, et sur la base de la Figure 5, l'"émetteur" peut, selon la mise en œuvre spécifique, être soit un émetteur SDH combiné à une adaptation appropriée d'un multiplexeur/amplificateur optique, soit le multiplexeur/amplificateur lui-même. Par ailleurs, le "récepteur" peut être soit le récepteur SDH correspondant combiné à une adaptation appropriée de l'amplificateur optique/démultiplexeur, soit l'amplificateur/démultiplexeur lui-même.

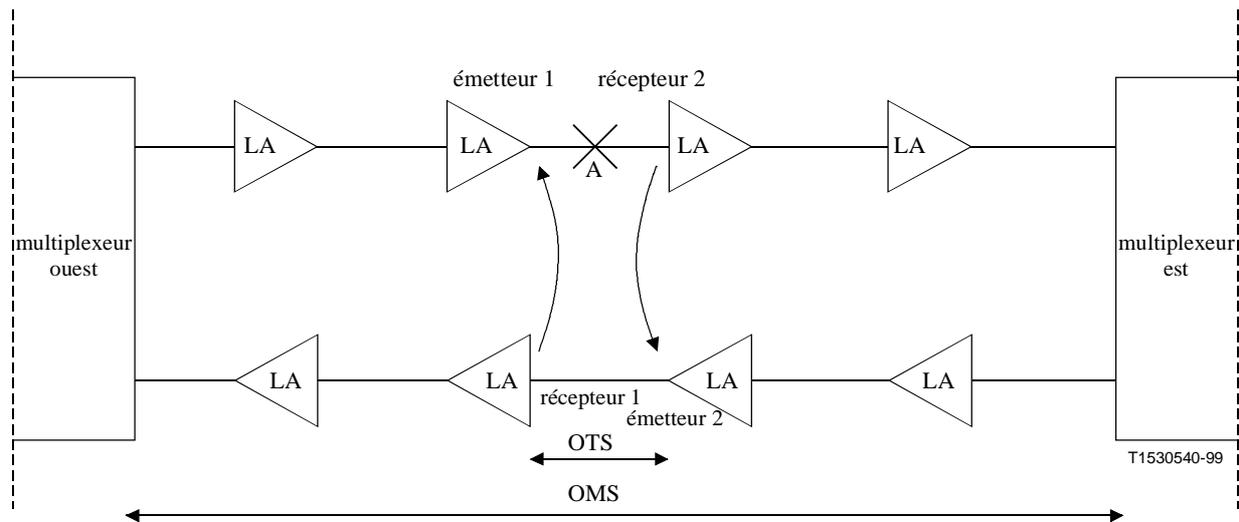


Figure 6/G.664 – Réduction automatique de la puissance après rupture de câble

Lorsqu'une rupture de câble se produit au point A de la Figure 6, la perte de continuité de la section de transmission optique (LOC-OTS, *loss of continuity of optical transmission section*) qui en résulte au niveau de l'interface de réception R₂ sert à déclencher la réduction de la puissance au niveau de l'interface d'émission T₂, soit la source adjacente de direction opposée. Cette réduction est détectée dans l'interface de réception R₁, qui elle-même entraîne une réduction de la puissance de sortie à l'interface d'émission T₁. Le principe de détection au niveau de R₁ est la définition de la perte de continuité de la section de transmission optique dans le cas d'applications multicanaux et d'applications de réseau de transport optique appellent un complément d'étude.

La réduction de puissance jusqu'au niveau de risque 3A (installations d'accès restreint) de toutes les sorties optiques relevant de la section de transmission optique concernée doit intervenir dans un délai de 3 s à compter de la rupture de continuité.

NOTE 2 – D'autres mesures secondaires concernant les autres amplificateurs de la section concernée, y compris ceux susceptibles d'être activés sur des équipements (à un seul canal par exemple) ne faisant pas partie de la section en question, ne sont pas exclues, mais leur spécification déborderait du domaine de la présente Recommandation. En tout état de cause, ces interventions secondaires ne devront pas perturber les procédures de sécurité applicables à la section de transmission optique concernée.

Lorsque la connexion à la section de transmission optique a été rétablie, il faut procéder à un redémarrage automatique ou manuel pour rétablir la transmission dans cette section. Le redémarrage ne devra pas intervenir moins de 100 secondes après l'interruption de la connexion ou avant la fin d'une procédure de réinitialisation (non aboutie) précédente, sauf si la connectivité est assurée.

Pendant et après le redémarrage, la puissance optique dans la section de transmission optique concernée ne dépassera pas le niveau de risque 3A jusqu'à ce que la connectivité soit assurée.

NOTE 3 – Le niveau de puissance effectivement autorisé pendant le redémarrage dépend de la durée de cette procédure.

Les modalités détaillées d'une procédure de redémarrage adaptée à des configurations d'interfaces optiques à compatibilité associative appellent un complément d'étude.

Les procédures de réduction automatique de la puissance APR dont il est question plus haut ne déclencheront aucune alarme en aval (en d'autres termes, les alarmes ne concerneront que la section de transport optique OTS concernée).

6.5 Applications bidirectionnelles

Les systèmes bidirectionnels doivent présenter les mêmes caractéristiques de sécurité optique et reposer sur les mêmes principes que les systèmes unidirectionnels. La spécification exacte de ces procédures appelle un complément d'étude.

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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